



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

도시계획학 석사학위논문

유류가격과 연비가
승용차 수요에 미치는 영향 분석

2016년 8월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과 환경관리전공

강 인 선

유류가격과 연비가

승용차 수요에 미치는 영향 분석

지도교수 홍 종 호

이 논문을 도시계획학석사 학위논문으로 제출함

2016년 4월

서울대학교 환경대학원
환경계획학과 환경관리전공
강 인 선

강인선의 석사학위논문을 인준함

2016년 6월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

에너지 안보 및 기후변화 대응에 대한 세계적인 관심이 높아지면서 에너지 효율개선 정책은 경제적 후생의 감소를 최소화하면서도 에너지 소비절감 및 온실가스 배출저감을 달성할 수 있는 효과적인 정책 수단으로 주목받고 있다. 수송부문에서 유류 가격의 상승은 고효율차량보다 저효율차량에서의 연료비용(운행비용)을 증가시킨다는 점에서 신차의 시장점유율에 미치는 영향이 다르게 나타남에도 불구하고 국내 소비자가 고연비차량을 구매함으로써 유류가격의 상승이나 변동성에 어느 정도까지 대응하는지에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 본 연구는 유류가격과 연비가 승용차 수요에 미치는 영향을 분석함으로써, 국내 소비자들이 승용차 구입시 운행비용에 얼마나 민감하게 반응하는지 평가하는 데 그 목적이 있다.

실증 분석을 위해 국내에서 판매된 승용차를 대상으로, 2005년 1월부터 2015년 12월까지 총 10년간의 월별 모델별 신차판매 패널자료를 구축하였다. 운행비용에 관한 신차수요의 탄력성을 추정하기 위해 모형의 종속변수는 월별 판매량으로 설정하였으며, 독립변수는 1km를 주행하는 데 드는 연료비용(운행비용)을 비롯하여 신차 판매에 영향을 미치는 가계소득, 차량가격의 대리변수로 차량크기를 선정하였다.

패널분석 결과 신차수요에 운행비용과 가계소득, 차량크기는 모두 유의미하게 영향을 주는 것으로 나타났으며, 운행비용에 관한 신차수요의 탄력성은 -0.19로 추정되었다.

본 연구는 월별 모델별 판매량에 기초한 매우 구체화된 패널자료를 구축함으로써, 운행비용의 변화가 신차수요에 미치는 영향력을 실증적으로 분석하였다는데 그 의의가 있다. 그러나 신차시장은 중고차시장과 상

호 유기적으로 연결되어 있는 현실을 반영하지 못하였다는 한계를 지니며, 후속연구에서는 이러한 자료를 활용하여 분석한다면 자료상의 한계를 보완할 수 있을 것이다.

주요어 : 승용차수요, 운행(연료)비용, 유류가격, 연비, 탄력성, 패널분석

학 번 : 2010-22304

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위 및 방법	4
II. 수송부문 에너지 관련 정책	6
1. 자동차 에너지소비효율 개선 정책	6
1) 자동차 에너지소비효율제도 도입 배경	6
2) 자동차 에너지소비효율제도의 운영	7
2. 수송용 유류관련 세제	12
III. 기존 연구의 고찰	16
1. 승용차 구입의 결정 요인	16
2. 수송용 유류가격과 연비	18
3. 소결	21
IV. 실증분석을 위한 모형 설정	23
1. 분석모형의 설정	23
1) 기본모형	23
2) 추정계수 α 의 해석	27
2. 분석자료 구축	29
1) 승용차 모델별 월별 판매량	29

2) 실질 운행비용	32
3) 가구소득	34
4) 기타변수	34
3. 자료의 통계 분석	36
V. 모형추정 및 결과 해석	41
1. 적합모형 검증	41
1) 고정효과와 확률효과의 유의성 검정	41
2) 이분산성 및 자기상관 검정	42
2. 모형 추정 결과	44
3. 승용차 수요의 탄력성 추정	47
VI. 결론	50
참고문헌	53

표 목 차

[표 1] 승용차의 판매량 변화 추이(단위: 대)	5
[표 2] 연비측정 업체 현황	8
[표 3] 연비 측정 시뮬레이션	9
[표 4] 표시연비제도 추진 과정	10
[표 5] 평균연비·온실가스제도 규제 기준	12
[표 6] 현행 유류세 및 적용 예(2015년 1~7월 기준).....	15
[표 7] 분석에 사용된 변수 및 정의	28
[표 8] 분석 자료 및 출처	35
[표 9] 변수들의 주요 기술통계량	36
[표 10] 상관관계 분석	37
[표 11] 기간별 변수 통계량	38
[표 12] 기간별 평균연비 및 총 판매량 통계	40
[표 13] 이분산성 검정결과	43
[표 14] 오차항의 자기상관 검정결과	43
[표 15] 패널분석 결과	45
[표 16] 탄력성 도출 결과-기본모형	47
[표 17] 운행비용에 대한 신차 판매량 탄력성-기초모형	48

그림 목 차

[그림 1] 유종별 월별 판매량(대)	30
[그림 2] 크기별 월별 판매량(대)	31
[그림 3] 실질유류가격 및 연비	32
[그림 4] 유종별 평균운행비용(원/km)	33
[그림 5] 분기별 소득 및 평균판매량	34
[그림 6] 유종별 SUV 판매량	35
[그림 7] 평균연비에 따른 히스토그램	39
[그림 8] 운행비용의 평균적인 한계효과	49

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

에너지효율개선은 기후변화 문제와 더불어 에너지 안보와 경제성장, 온실가스 감축이라는 3대 목표를 달성하기 위한 핵심정책 수단이다. 특히, 수송부문은 타부문에 비해 석유의존도가 높고, 온실가스 배출저감 수단이 다양하지 않아 에너지 효율 개선정책이 더욱 주요하게 다루어진다(안영환 외, 2008) 2014 에너지 총조사보고서에 따르면, 우리나라 자가용 자동차사용으로 인한 에너지 소비량은 최종에너지 소비량의 약 12.2%로, 산업부문을 제외한 단일 경제부문 중 가장 큰 비중을 차지한다. 정부는 자동차의 연비향상을 통한 에너지 절약과 온실가스 저감을 유도하기 위해 연비등급표시제와 평균연비제도를 시행하고 있으나, 국내 자동차 시장에서 연료효율이 낮은 대형차 판매 비중은 평균 20% 이상으로 다른 나라와 비교할 때 높은 수준이다(세계자동차통계, 2015)

일반적으로 자동차와 같이 에너지를 사용하는 내구재를 구입할 때, 소비자는 제품의 특성이 개인의 선호를 만족시키는지 여부와 구입비용의 적정성 외에도 구입 후, 유지비용과 효율성에도 관심을 가진다. 따라서 소비자는 미래 연료비용에 대한 예측과 향후 사용량, 에너지효율 등급의 비교 등을 통해, 예상에너지비용을 고려하여 제품을 구매한다(Allcott, 2011). 특히, 차량은 값비싼 내구재로서 초기 구입비용이 높을 뿐 아니라 에너지비용에 대한 소비자의 체감도 즉각적이다.

그러나 소비자가 자동차를 구입할 때, 에너지비용을 제대로 계산하는 경우는

실제로 거의 없으며(Turrentine & Kurani, 2007), 이를 간과하거나 혹은 과소, 과대추정함으로써 근시안적으로 구매하는 경우가 많다(Allcott, 2011; Allcott & Wozny, 2014). 우리나라 가구당 교통비 지출액은 한달에 약 29만원(가계 소비지출 항목 중 3위, 전체소비지출 중 12%)¹으로 적지 않은 수준임에도 불구하고 국내 자동차이용자들은 유가인상에 둔감하게 반응하며(한국교통연구원, 2012), 자동차를 과시 수단으로 활용한다(Reuters 2015.3.9)². 더욱이, 2015년 폭스바겐사태로 촉발된 청정디젤엔진의 논란에도 불구하고, 국내 폭스바겐의 수입차 시장점유율은 여전히 높으며, 디젤을 주 연료로 사용하는 SUV의 인기도 갈수록 높아지고 있다.³

한편, 국내소비자들이 유류가격을 자동차구매의 주 요인으로 고려한다는 의견도 다수 존재한다. 국내 수입차 구매자를 대상으로 한 설문조사에 따르면 수입차 구입동기 1위는 연비이며,⁴ 2014 에너지 총조사에서 자가용차량 운전자를 대상으로 실시한 설문조사에서도 '향후 차량교체 시 가장 우선적으로 고려할 기준' 1순위로 연비(41.6%)가 뽑혔다.⁵

유류가격의 상승은 소비자가 구매하는 차량뿐 아니라, 주행거리를 단축시킨다

¹ 가계동향조사 2016~2015년(10개년) 평균

² With BMWs common in Gangnam, Koreans splurge on Bentleys, Maseratis (<http://in.reuters.com/article/southkorea-autos-luxury-idINKBN0M508920150309>)

³ 국내수입차 브랜드중 가장 인기있는 브랜드는BMW(19.63%)ercedesBenz(19.27%)로 폭스바겐의 시장점유율은 14.67%이다. 아우디와 폭스바겐의 디젤차 판매 비중이 2015년 1분기 각각 93.2%, 91.5%에서, 2016년 1분기 각각 91.2%, 86.3%로 약간 줄어들긴 했지만 비슷한 수준을 유지하고 있다(한국수입자동차협회). 이러한 수입승용차의 국내시장 점유율은 2015년 기준 18.2%로 2010년대 초반까지만 해도 10% 미만을 웃돌던 점유율이 지속적으로 상승하고 있는 추세이다. 배기량별로는 2,000cc미만에서 전년대비 32.3% 증가하여 동급 점유율 15.0%를 차지하였으며, 2,000cc~3,000cc에서도 31.2%가 증가하였다.

⁴ 자동차전문 리서치회사 마케팅인사이트의 자동차 기획조사에 따르면, 수입차 구입동기 1위는 연비로, 2006년 4% 수준이었던 것이 2011년 20%, 그후 지속적으로 증가하고 있는 추세이다(www.mktinsight.co.kr).

⁵ 자동차 크기(18.9%), 차량가격(14.5%), 사용연료(10%) 등이 후순위로 나타났다.

는 점에서, 유류세는 에너지 절약을 유도하는 가장 비용효과적인 정책수단으로 인식된다(Anderson, Kellogg, & Saltee, 2013). 특히 자동차사용으로 인한 부정적 외부효과를 교정할 수 있어, 최근 미세먼지 문제를 해결하기 위한 수단으로 제시되는 경유세 인상 논의도 이와 관련이 깊다. 그러나 이러한 조세제도와 연비규제를 통해 유류 사용량 절감을 유도하는 에너지효율 향상 정책 중 어느 정책이 더 효율적인지는 여전히 논란이 되고 있다(Allcott & Wozny, 2014; Busse, Knittel, & Zettelmeyer, 2013; Greene, 2011; Turrentine & Kurani, 2007).

EU, 미국, 일본, 중국 등 주요 자동차 생산국은 자동차 연비 및 온실가스 배출 기준 강화를 수송부문의 온실가스 절감을 위한 핵심적인 정책으로 채택하고 있다. 미국은 1차 오일쇼크의 영향으로 평균연비제도(Corporate Average Fuel Economy)⁶를 가장 먼저 도입하면서, 조세제도와 연비제도간 비교를 통해 정책의 효율성을 평가하기 위한 시도를 지속해왔다. 우리나라도 2012년부터 “자동차 평균 온실가스 에너지소비효율(연비)” 기준⁷을 도입하고 2020년까지 평균연비가 선진국 수준(일본: 20.3km/L, EU: 26.5km/L)에 도달하려는 목표를 세웠으나, 유류가격과 연비에 관한 실증적인 분석은 여전히 미흡한 실정이다.

2000년대 이후로 유류 가격의 변동성은 지속적으로 확대되어, 소비자가 체감하는 가격의 변화폭도 크게 나타났다. 특히, 수송용 연료 가격의 상승은 고효율차량보다 저효율차량에서의 연료비용을 증가시킨다는 점에서 신차의 시장점유율에 미치는

⁶ 미국내에서 판매되는 모든 회사별 자동차의 가중평균연비가 일정한 수준을 초과할 경우 벌금형대의 세금을 부과하는 제도

⁷ 2012년부터 도입된 기준은 “평균연비 17km/ℓ 이상” 또는 “CO₂ 배출량 140g/km 이하”로, 이를 달성하기 위해 업체별로 차별화된 평균연비 기준 및 CO₂ 배출허용기준을 마련하여 각 업체에 부여하고 단계적으로 규제대상 승용차를 늘려 올해부터는 전면적으로 시행하고 있으며, 2020년까지는 평균연비 20km/ℓ 이상” 또는 “CO₂ 배출량 20(97g/km) 이하”를 충족시켜야 한다.

영향이 다르게 나타남에도 불구하고 국내 소비자가 고연비 차량을 구매함으로써 유류가격의 상승이나 변동성에 어느 정도까지 대응하는지에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

이에 본 연구는 유류가격과 연비가 승용차 구매에 얼마나 영향을 미치는지 평가하는 것을 목적으로 한다. 즉, 국내 소비자들이 승용차 구입시 향후 연료 비용에 얼마나 민감하게 반응하는지 보고자 한다. 이를 위해, 국내 월별 모델별 신차판매자료에 기초하여 유류가격과 연비 변동에 따른 신차 수요의 탄력성을 추정하고자 한다. 이는 현재 시행중인 국내 평균연비제도 정책을 평가하고, 지속적으로 개편 요구를 받고 있는 교통에너지환경부와 같은 조세제도의 설계에도 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 논문에서는 휘발유, 경유, LPG(하이브리드 포함)를 연료로 이용하는 국내 승용자동차를 대상으로, 수송용 유류가격이 각 모델별 차량 판매에 영향을 미치는 영향의 크기를 추정한다. 본 논문의 대상이 되는 승용자동차란 「자동차관리법」 제3조 1항에 따라 “10인 이하를 운송하기에 적합하게 제작된 자동차”를 의미한다. 휘발유차량 이외에 다른 유종을 연료로 하는 승용차를 포함시킨 이유는 최근 경유차량의 판매량이 급격히 높아지고 있기 때문이다.

[표 1] 승용차의 판매량 변화 추이(단위: 대)

구 분		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
종류별	일반형	791,580	962,789	1,017,680	1,029,109	991,956	935,830	1,005,244
	다목적형	201,642	262,797	253,984	265,594	263,958	300,173	368,532
유종별	휘발유	673,737	848,624	870,478	860,433	754,974	675,972	700,506
	경유	168,832	225,874	237,198	285,562	341,875	403,964	533,067
	LPG	150,653	151,088	163,988	148,708	159,065	156,067	140,203
판매량		993,222	1,225,586	1,271,664	1,294,703	1,255,914	1,236,003	1,373,776

자료) 2015 자동차 에너지소비효율 분석집(에너지관리공단)

본 논문의 시간적 범위는 범위는 2006년 1월부터 2015년 12월까지 총 120개월로, 월별로 모델별 판매량과 유류가격 패널자료를 구축하였다.

본 논문은 총 VI장으로 구성된다. II장에서 현재 시행되고 있는 연비제도 및 수송용 유류관련 조세제도의 도입배경 및 운영방식을 살펴보고, III장에서 유류가격과 연비의 신차 수요간 관계를 분석한 연구를 고찰한다. IV장에서는 본 연구의 가설을 검정하기 위한 모형과 자료를 살펴본다. V장에서는 앞선 논의를 바탕으로 설정한 모형을 바탕으로 국내 자동차 시장에 대한 실증 분석을 수행하였다. 실증분석 결과를 바탕으로 VI장에서 결론을 다룬다.

II. 수송부문 에너지 관련 정책

수송연료의 소비는 각종 오염물질 및 온실가스 배출량을 배출함으로써, 부정적 외부효과(negative externality)를 발생시킨다. 정부는 이러한 사회적 비용을 오염자가 부담하게 함으로써 외부효과를 내부화(internalization of externality)하기 위한 교정정책수단(corrective policies)으로서, 연비규제나 수송연료에 대한 세제(유류세)를 활용한다.

본 장에서는 수송연료로 인한 외부효과를 시정하기 위한 정책으로서, 국내에서 시행되는 연비규제정책 및 유류세 관련 정책을 알아보고자 한다.

1. 자동차 에너지소비효율 개선 정책

1) 자동차 에너지소비효율제도 도입 배경

수송부문 에너지소비효율제도(이하 '연비제도')는 기업에 간접적인 규제로 작용하는 'pull방식'인 '자동차연비등급제도'와 기업에 직접적인 규제로 작용하는 'push 방식'인 '평균연비온실가스제도'로 구성된다. 국내에서 시행되는 연비제도는 크게 두 가지로, 「자동차 연비·등급 표시제도(에너지이용합리화법 제15·16·17조)」와 「평균연비·온실가스제도(저탄소녹색성장기본법 제47조)」가 있다.

「자동차 연비·등급 표시제도(1988년 시행)」는 「자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정(산업통상자원부 고시 제2015-62호)」 국내에 자동차를 판매하는 제작사 및 수입자가 자동차를 판매하기 전에 차량에 에너지 소비효율인 연비 및 그의 등급을 표시하도록 하고 있다. 이렇게 자동차에 연비 및 등급을 표시함으로써,

기업으로 하여금 고효율 자동차의 개발·생산을 촉진하고, 소비자가 에너지 경제성이 높은 자동차를 구매할 수 있도록 유도하는 데 그 목적이 있다.

「평균연비·온실가스제도(2012년 시행)」는 국내에 자동차를 판매하는 제작사 및 수입자가 달성해야 할 평균 연비기준과 온실가스 배출허용기준을 제시함으로써, 자동차의 연비향상을 통한 에너지절약과 온실가스 저감을 달성하고자 한다.

2) 자동차 에너지소비효율제도의 운영

「자동차 연비·등급 표시제도」와 「평균연비·온실가스제도」의 시행을 위한 자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량, 연료소비율 시험방법 등에 관하여 필요한 사항은 「자동차 평균에너지소비효율기준·온실가스배출허용기준의 적용·관리 등에 관한 고시(국토교통부고시 제2015-221호)」에 마련되어 있다.

자동차 에너지소비효율, 즉 연비(km/L)란, 자동차에서 사용하는 단위 연료에 대한 주행거리로, 숫자가 높을수록 에너지효율이 높다는 것을 의미한다. 평균연비·온실가스제도는 각 자동차 제작사가 1년 동안 국내에 판매한 자동차 연비나 온실가스의 합계를 판매량으로 나누어 산출된 평균연비로 각 제작사별 연간판매량을 감안하여 가중조화평균으로 표시된다. 동 제도에서 달성목표로 제시되는 평균연비 기준은 제조사·수입사 기업 단위로 연간 판매차량이 평균적으로 준수해야 할 연비 목표치로서 개별차량에 부착되는 표시연비와는 다른 개념이다. 다만 자동차판매업체의 달성 여부를 평가하는 기준이 되는 가중조화평균값을 산출하기 위해서는 업체별 판매차량의 연비가 사용되며, 이는 표시연비제도에 의해 관리된다.

표시연비는 「자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비효율 시

험방법 등에 관한 고시⁸⁾에 따라 도심주행모드(FTP-75)로 측정되었다. 그러나 2012년 미국에서 발생한 국내 자동차 업체의 연비과장 논란 이후, 국내 시민 단체 및 언론 등에서 연비 사후관리 강화 필요성을 제기⁹⁾하면서, 측정방식을 변경하였다.

신연비측정제도는 미국을 따라 도심, 고속도로, 고속·급가·감속 주행모드, 에어컨 가동주행, 외부저온조건 주행 등 총 5가지 모드를 포함한다. 미국에서는 다섯 가지를 모두 실험실에서 측정하지만, 우리나라의 경우, 실험장비의 미비로 도심주행모드와 고속도로주행모드만 측정하고 이를 제외한 3개 모드에 대해서는 실제로 측정하지 않고 5 cycle 보정식이라고 해서 계수를 적용해 보정하는 방식을 택하고 있다. 이 때, 연비 측정은 제작사가 자체시험하거나 공인시험기관(자동차부품연구원, 석유관리원, 에너지기술연구원, 환경공단)을 통해 측정하고 에너지관리공단에 신고하는 방식으로 이루어진다. [표2]는 연비측정업체 현황이다.

[표 2] 연비측정 업체 현황

구분	제작사 자체측정(국내 5, 수입 11)	공인시험기관 활용(수입 7)
국내사	현대, 기아, 르노삼성, 한국지엠 쌍용(5)	-
수입사	스투트가르트, 폭스바겐, 벤츠, 혼다, 닛산, 스바루, GM 코리아, 미쓰비시, 람보르기니, BMW, FMK(11)	크라이슬러, 토요타, 볼보, 재규어, 어랜드로버, 한불모터스, 오토젠, 포드(7)

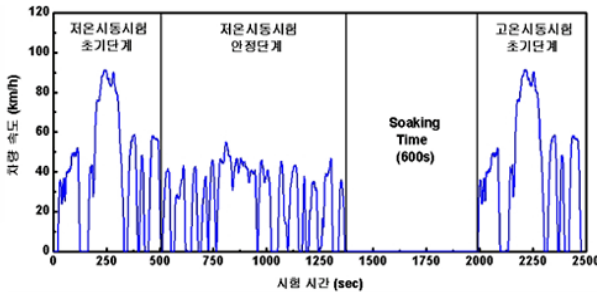
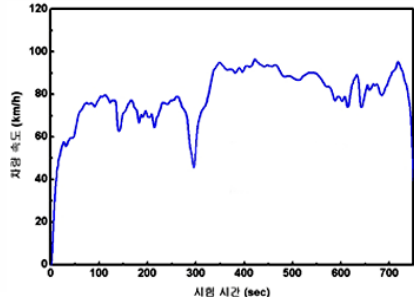
자료) 산업통상자원부(2013) 「자동차 연비 관리제도 개선」 참조

⁸⁾ 1989년 도입 후 개정을 거쳐 현재 2015년 최신개정안을 따르고 있다. 대상차종은 승용자동차, 15인승 이하 승합차, 경형·소형 화물차에 한정된다.

⁹⁾ 우리나라는 2010년이후 자기책임 원칙과 기업부담 완화를 위해, 자동차 제작사의 자체측정 시험을 허용하였다. 그러나 표시연비와의 부합성을 확인할 때, 허용오차범위는 5%로 높을 뿐 아니라, 대상 샘플링도 부족하며, 결과도 공개되지 않는 등 사후관리의 미흡 문제가 제기되면서, 2013년 소비자 소송이 제기되었다.

연비를 측정하기 위해서, 우선 대상차량을 시험실의 차대동력계에 올려놓고, 가스 분석계와 채취관을 연결하고 주행모드(도심주행 모드(FTP-75), 고속도로주행 모드(HWFET))에 따라 주행을 실시한다. 주행 실시가 완료되면 차량의 배기구에 연결된 가스 채취관을 통하여 포집한 가스¹⁰를 분석하여 차량의 연비를 측정하여 이를 다시 다섯 가지 실주행여건을 고려하여 만든 5-cycle 보정식*에 대입하여 최종연비를 표시한다. 주행모드별 시뮬레이션 조건 [표 3]에 제시되어 있다.

[표 3] 연비 측정 시뮬레이션

도심주행(FTP-75) 모드	고속도로주행(HWFET) 모드
	
<p>□도심지역의 주행특성을 시뮬레이션</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주행거리 17.85km, - 평균속도 34.1km/h, - 최고속도 91.2km/h, - 정지횟수 23회, - 시험시간 2,477초(공회전 시간 18%) 	<p>□고속도로에서의 주행특성을 시뮬레이션</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주행거리 16.4km, - 평균속도 78.2km/h, - 최고속도 96.5km/h, - 시험시간 765초

자료) 산업통상자원부(2013) 「자동차 연비 관리제도 개선」 참조

¹⁰ 가스의 구성성분 중에서 탄소성분(탄화수소, 일산화탄소, 이산화탄소)을 분석하여 사용된 연료 및 운실가스 배출량을 산출하는데, 이는 연료 유량계에 비해 정확도와 정밀도가 높다.

복합연비는 각각 유도된 도심연비와 고속도로주행 연비에 각각 55%, 45%의 가중치를 적용하여 산출된 연비이다. 이를 기준으로 자동차의 연비등급이 부여되고 차량에 부착 관리된다. 배기량에 상관없이 복합연비가 높은 차량에 높은 등급(1등급)을 부여하고, 복합연비가 낮은 차량에는 낮은 등급(5등급)을 부여한다¹¹. 2005년부터는 CO2 배출량도 측정하여, 이를 2008년 8월부터 연비, 등급 라벨에 병행하여 표기하고 있다. 표시연비제도의 시행 및 변경에 관한 사항은 다음 [표 4]에 제시되어 있다.

[표 4] 표시연비제도 추진 과정

연도	내용
1988	승용자동차 연비표시제도 수립 및 시행
1992	연비등급 기준 마련 및 연비등급 표시 방법(라벨) 마련
1993	대상을 승용점 화물형, 다목적형 승용차(가솔린,LPG)로 확대하여 시행
1996	대상을 경유사용 승용차로 확대 시행 및 표시 방법(라벨) 변경
1998	경형 및 소형 승합 화물자동차로 표시대상 추가
2002	연비측정 시험방법 변경
2006	하이브리드차 연비측정방법 고시 및 평균에너지소비효율 제도 실시
2008	연비등급의 배기량군별 구분에서 단일군으로 통합 및 라벨에 CO2 표기
2010	연비향상기술(ISG)이 반영된 자동차의 연비측정방법 기준 설정
2011	소비자 위주 연비 산정 방법(5-cycle보정식 적용) 및 표시방법 개선
2013	소비자 권익 강화 및 표시연비 공신력 확보를 위한 『자동차 연비관리 제도개선 방안』 발표
2014	산업부·환경부·국토부 3개부처 공동고시 『자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법 등에 관한 고시』 제정
2015	산업통상자원부 고시 제2015-62호(2015.4.8) 자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정

자료) 한국에너지공단 홈페이지 「자동차에너지소비효율 및 등급」 참조

¹¹ 표시연비에 따른 등급(km/L) 다음과 같다.

(1)등급 16.0 이상, (2)등급 15.9 ~ 13.8, (3)등급 13.7 ~ 11.6, (4)등급 11.5 ~ 9.4, (5) 9.3이하

평균연비·온실가스제도는 종래(2012~2015년 적용기준) 국내에서 판매되는 승용차 및 승합차 중 승차인원 10인승 이하의 자동차로 총 중량이 3.5톤 미만인 자동차에 적용되다가 표시연비제도의 적용대상¹²과 동일하게 2016년부터는 15인승 이하, 3.5톤 미만 화물차, 승용차, 승합차에 확대 적용되었다. 「저탄소 녹색성장 기본법」에 의하여 평균연비기준은 산업부가, 온실가스 배출허용기준은 환경부¹³가 정하는데, 각 자동차사는 이 중 한가지 기준을 선택하여 준수해야 한다.

제도가 운영되던 2012년부터 2015년까지 달성해야 할 평균연비는 17km/L, 온실가스 배출허용기준은 2015년 기준 140g/km이다. 연도별 기준은 2012년부터 판매량을 기준으로 단계적으로 확대 적용(Phase-in)¹⁴되는 방식을 사용하였다.

국내 자동차 생산량의 70% 내외를 해외에 수출하는 국내자동차업체 및 이미 국내 기준을 만족하는 차량을 수입하여 판매하는 수입업체¹⁵ 모두 2012년과 2013년에 걸쳐 2015년 기준을 달성하였다. 이렇게 기준을 초과 달성할 경우, 실적은 3년간 이월되어 미달성 실적의 상환에 이용할 수 있다. 미달성시 과징금이 부과되는데, 과징금 부과규정은 「대기환경보전법 시행령」, 「에너지이용합리화법 시행령」에서 각각 정하고 있다.

¹² 3.5톤 미만인 승용자동차 (일반형, 승용겸화물형, 다목적형, 기타형) 및 15인승 이하의 특수형을 제외한 승합자동차(밴형 화물자동차 포함)와 특수용도형을 제외한 경형 및 소형 화물차에 적용

¹³ 자동차 평균에너지소비효율기준 및 자동차 온실가스 배출허용기준의 총괄 적용 및 관리 는 환경부장관이 관장한다(「저탄소녹색성장 기본법 시행령」 제37조).

¹⁴ 2012년 30% → 2013년 60% → 2014년 80% → 2015년 100%

¹⁵ 2015년 이전 기준은 2009년 국내 판매량 기준 4,500대 이하인 자동차 제작사에 대해서는 19% 완화된 기준을 적용하였으나, 2016년 이후부터는 2013년 판매량 기준 4,500대 이하인 소규모제작사에 대해서 8% 완화된 기준을 적용키로 하였다. 2015년 이전 기준 소규모 제작사의 2013년 판매량(22,426대)이 2009년 판매량(10,253대) 대비 120% 증가하였다(6개 소규모제작사(2013년 판매량): 포드(7,214대), 재규어랜드로버(5,004대), 크라이슬러(4,652대), 푸조(3,252대), 볼보(1,960대), 지엠(344대))

2016년부터 2020년까지 허용기준은 연비 기준 24.3km/L, 온실가스 기준 97g/km로 각각 기준이 변경·강화되었다. 규제기준은 [표 5]에 제시하였다.

[표 5] 평균연비·온실가스제도 규제 기준

	기준		소규모제작사 기준	
	이전('15년)	현행('20년)	이전('15년)	현행('20년)
적용대상	10인승 이하, 총 중량 3.5톤 미만 인 승용차 및 승합차	15인승 이하, 3.5톤 미만 화물차, 승용차, 승합차	국내 판매량 4500대 이하 업체	좌동
온실가스	140g/km	97g/km *승합차 및 화물차: 166g/km	□ 500~4,500대 (‘09기준): 기준 대비 19% 완화 *500대 이하: 별도 기준적용	□ 500~4,500대 (‘13기준): 기준 대비 8% 완화
연비	17km/L	24.3km/L 승합차 및 화물차: 15.6km/L		
연도별	(‘12 ~ ‘15년 Phase in) 30% → 60% → 80% → 100%	(‘16 ~ ‘20년 Phase in) 30% → 60% → 80% → 100%		

자료) 환경부(2014) 「2020년 자동차 평균 온실가스·연비 강화」 보도자료 수정인용

2. 수송용 유류관련 세제

자동차는 값비싼 내구재로서, 구입 후 유류 구매는 필수불가결한 사항이라는 점에서 유류가격이 차량 구매에 미치는 영향이 크다. 수송용 유류의 최종 소비자 가격은 환율이 반영된 국제석유 제품가격에 관세와 수입부과금, 유통마진과 시장 경쟁 상황을 고려하여 결정된 정유사 판매가격에 유류세가 합해져서 결정된다(정용훈, 2012).

수송용 유류에 부과되는 세금은 총 4가지로, 교통에너지환경세, 교육세, 주행세 및 부가가치세이다. 구체적 세금부과 경로를 살펴보면 휘발유와 경유에는 교통에너지환경세가 부과되고, 교통에너지환경세액의 36%는 주행세로, 16%는 교육세로 부과된다. 세전가격과 교통에너지환경세, 교육세, 주행세를 합한 금액의 10%는 부가가치세가 부과되고, 주유소 마진과 주유소 부과세가 합쳐져 최종 소비자 가격이 된다 (박용덕·마용선, 2007).

유류세란 사회적 관점에서 바라볼 때 바람직한 유류 소비 수준 즉 사회후생의 순손실을 최소화하기 위하여 휘발유, 경유 등에 부과하는 세금이다. 적절한 유류세율은 경제적 효율성에 초점을 맞추어 사회적 후생을 극대화시키거나 사회적 후생의 순손실을 최소화시키는 수준에서 결정되어야 한다(Parry, Walls, and Harington, 2007). 즉, 적정 유류세율이란 과도한 유류소비로 인한 대기오염, CO2배출, 교통사고, 교통혼잡과 같은 부정적인 외부효과(Negative Externalities)가 발생하는 것을 방지하는 수준이다. 국내에서 부과되는 4가지 유류세 항목중 교통에너지환경세가 이에 부합한다고 볼 수 있다.

교통에너지환경세는 관련법(「교통에너지환경세법 제2조 및 시행령 제3조」)에 근거하여 “도로·도시철도 등 교통시설의 확충 및 대중교통 육성을 위한 사업, 에너지 및 자원 관련 사업, 환경의 보전과 개선을 위한 사업에 필요한 재원을 확보함¹⁶⁾을 목적으로 1993년 12월 31일에 한시적으로 도입된 세금이다.

정부는 교통에너지환경세를 통해 매년 10조원 가량(전체 국세의 약 7~10%에

¹⁶⁾ 당초 「교통세법」으로 운영관리 되던 교통세는 2006년 12월, 에너지 및 자원관련 사업과 환경의 보전과 개선을 위한 재원으로 사용하고자 「교통·에너지·환경세법」으로 개정되었다.

이르는 수준)의 세수를 확보하고 있다¹⁷(국가기록원, '교통에너지환경세'). 교통에너지환경세는 당초 10년간 징수하기로 했던 목적세였으며, 2003년에 과세시한이 종료되고 개별소비세에 통합될 예정이었다. 그러나 일몰시한이 도래할 때마다 3년씩 연장, 지금까지 존속·유지됨¹⁸으로써 유류에 대한 과세 체계를 복잡하게 할 뿐 아니라 재정운영의 경직성을 초래하는 세금으로 비판의 대상이 되어왔다(김승래, 2011).

교통에너지환경세에 대한 과세대상과 기본세율은 휘발유와 이와 유사한 대체유류의 경우, 리터당 475원, 경유 및 이와 유사한 대체유류의 경우 리터당 340원이다. 정부는 민간경제의 효율적 운용을 위하여 교통에너지환경세의 목적에 부합하는 재원의 조달과 해당 물품의 수급 상 필요한 경우에 30% 범위 내에서 탄력세율을 적용할 수 있다 (「교통에너지환경세법」 제2조 3항). 현행 운영되고 있는 탄력세율은 휘발유 529원/L, 경유 375원/L이다.

교통에너지환경세는 유류 구매에 가장 큰 부담으로 인식되는 세금항목으로 유류세 인하 쟁점의 시발점이 되어왔다. 다음 [표 6]은 국제원유가격이 일제히 하락했던 2015년 1월부터 7월까지의 휘발유와 경유의 주유소 평균판매가격을 토대로 최종소비자 가격을 도출한 결과이다.

¹⁷ 국가기록원, '교통에너지환경세

(<http://www.archives.go.kr/next/search/listSubjectDescription.do?id=009397>)

¹⁸ 현재기준 2018년 12월 31일까지 존치예정

[표 6] 현행 유류세 및 적용 예(2015년 1~7월 기준)

구분	방식	휘발유	경유	비고
세전가격		540.76	564.31	
교통에너지 환경세	종량세(국세)	529.00	375.00	
교육세	종량세(국세)	79.35	56.25	교통세의 15%
주행세	종량세(지방세)	137.54	97.50	교통세의 26%
부가가치세	증가세(국세)	128.67	109.31	(세전가+교통세+ 교육세+주행세)의 10%
세후 정유사가격		1,415.32	1,202.37	
주유소 마진		75.01	90.50	
주유소부가세		7.50	9.05	
주유소 판매가		1,522.47	1,331.65	
유류세 총액		882.06	647.11	
유류세 비중		57.94%	48.59%	

자료) 세전가격 및 주유소 판매가격은 석유공사 참조

Ⅲ. 기존 연구의 고찰

1. 승용차 구입의 결정 요인

자동차와 같은 에너지를 사용하는 내구재 구입시 소비자는 제품의 기능 및 규모가 가구 특성과 개인의 선호를 만족시키는지 여부와 구입비용의 적정성 외에도 구입 후에 제품을 사용하고 유지하는 비용과 효율성에도 관심을 가진다. 즉, 소비자는 시장에서 판매되는 다양한 모델의 에너지 비용에 대한 추정을 해야 한다. 결국 소비자는 미래 연료비용에 대한 예측과 향후 사용량, 에너지효율 등급의 비교 등을 통해, 예상에너지비용을 고려하여 제품을 구매한다(Allcott & Wozny, 2014). 특히 자동차는 냉장고, 세탁기, 에어컨 등과 같은 에너지소비효율 표시 제품에 비해 구입비용이 높고 에너지비용에 대한 소비자의 체감이 즉각적으로 나타나는 특성이 있다. 이 같은 특성으로 인해, 에너지 비용의 상승은 고효율제품보다 저효율제품에서의 연료비용을 더욱 증가시켜 제품의 시장점유율에 영향을 미치는 요인이 된다.

개별가구의 내구재와 에너지 사용에 대한 결합수요를 추정한 소비자선택이론에 관한 연구는 Dubbin and McFadden(1984)에 의해 처음 제시되었다. West(2004)는 이러한 소비자 선택이론에 근거해, 승용차 구입과 연료수요에 관한 연구를 통해, 유류세, 유류가격, 기타 승용차 유지비용이 구입차종에 미치는 영향을 분석하였다. Verboven (2002)는 유럽을 대상으로, 소비자는 차량구매시 차량가격과 차량의 미래 연료비용을 고려하여 선택한다는 가정을 토대로, 휘발유차량과 경유차량을 구매하는 소비자의 선택을 연구하였다. 유럽은 휘발유보다 경유가격이 상대적으로 저렴하다. 따라서 경유엔진차량이 휘발유엔진차량보다 미래 연료비용이 낮다. 따라서 비록

경유엔진 차량의 구입비용이 높더라도 소비자들이 휘발유엔진차량보다 경유엔진차량을 선호할 것이며, 차량 가격의 차별성(quality-based price difference)이 발생한다고 보았다. 그는 단일 연료 가격에 대한 시간추세보다 경유와 휘발유 가격의 다양성에 기초해 유럽의 차별적인 유류세가 경유엔진차량의 시장 점유율에 영향을 미친다고 결론을 내렸다.

국내를 대상으로 승용차 구입결정 요인을 연구한 예도 다양하게 존재한다. 박상준·김성수(2007)는 에너지경제연구원이 실시하는 에너지간이조사를 바탕으로 차종선택에 관한 연구를 수행하였다. 그는 박상준·김성수(2007)은 네스티드로짓모형을 활용하여, 차종, 자본비용, 운행비용(연료비=주행거리/연비, 유지정비비), 소득, 운전자연령에 따른 가계의 자동차 보유대수 및 차종선택에 대해 연구하였다. 그 결과, 운행비용과 소득계층의 민감도가 크게 나타나, 가구의 차량보유대수 및 차종선택은 운행비용과 소득에 영향을 받는다고 결론을 내렸다.

안영환 외(2008)은 네스티드로짓 모형을 이용하여 국내 자동차 시장의 수요 및 공급함수에 관한 계수를 산출하여 연비제도의 장단기 효과를 분석하였다. 2006년 1월부터 2007년 12월까지 자동차 등록대수와 가격, 제원 등에 관한 월별자료를 토대로, 소비자는 1단계에서 국산/수입, 2단계에서 소형/준중형/중형/대형/SUV, 3단계에서는 각 모델별 이산선택을 수행하는 3단계 네스티드로짓 모형을 사용한 결과, 차량의 연비가 고정된 단기에서는 규제치를 11.1km/L로 강화 할 경우, 자동차 판매량은 약 0.368% 감소한다고 밝혔다.

네스티드로짓모형을 컨조인트법을 사용하여 최도영 (2011)은 자동차의 주요 속성(연료: 경유, 하이브리드, 전기; 연비; 자동차 주유(충전)시간, 이산화탄소배출량, 연간자동차세, 자동차가격)에 대한 소비자들의 지불의사액(WTP; Willingness to Pay)을 추정하였다. 그 결과, 연비는 소비자들이 승용차 구입 시 가장 중요하게 생각하는

차량 속성이며, 연비 개선은 친환경, 고효율 자동차의 시장 수용성을 높이는 가장 효과적인 정책수단으로, 자동차의 연비가 1km/ℓ 높아지면 소비자들은 차량가격으로 78만 원을 더 지불할 의사가 있다는 결론을 내렸다.

2. 수송용 유류가격과 연비

소비자의 승용차 구입과 관련하여 연비나 연료가격의 영향을 분석한 연구는 일찍이 CAFE(Corporate Average Fuel Efficiency) 기준을 도입하였던 미국에서 연비제도의 효과를 유류세와 비교하려는 시도에서 다양하게 이루어진 것으로 평가된다. 초기에는 구조적 모형을 바탕으로 한 시뮬레이션이나 장기 거시효과를 분석하는 것이 주를 이루었으나(Berry et al 1995, Goldberg 1998, Kleit 2004), 최근에는 축약형 모형(reduced form)을 활용하여 변수간 관계를 분석하는 연구도 다양하게 이루어지고 있다.

본 연구의 목적은 연료가격과 신차연비의 관계를 추정하는 것으로, 소비자의 선택에 연료가격과 연비가 어떤 영향을 미치는지를 분석하는데 있다. 따라서 축약형 모형을 활용하여 변수간 관계를 분석하는 데 초점을 맞추고자 한다.

연비와 연료가격의 관계를 분석한 축약형 모형은 다시 모형의 형태별로 시계열 분석, 횡단면 분석, 패널데이터 분석 모형으로 나눌 수 있다.

시계열 분석을 통해 CAFE와 유류세 제도를 분석한 Agras and Chapman(1999)은 메타분석을 통한 모수값의 추정치를 가지고, 연비, 총주행거리, 연료소비, 이산화탄소 배출량의 예상치를 도출하였다. 분석결과에 따르면 CAFE제도의 시행과 유류세의 증가는 승용자동차의 이산화탄소 배출량을 줄이는 데 상당한 효과를 가진다는

결론을 내렸다.

횡단면 분석을 통한 연구로, Wheaton(1982)의 연구가 있다. 그는 국가별 자료를 사용하여, 차량판매, 연비, 대당 주행거리 설명하는 식을 구성하여 연료소비량을 도출하였다. 이를 토대로, 국가마다 차이를 보이는 휘발유 소비량은 현재 운행되는 차량의 연비수준에 따라 주행거리에 영향을 미치기 때문이라 평가하고, 차량가격이나 연료가격 상승은 전체 차량 보유에 거의 영향을 미치지 않는다고 보았다.

상기 연구는 연비가 연료소비에 유의미하게 영향을 미친다는 점에서 의의가 있으나, 시계열분석에서는 관측된 과거의 자료에 의존하여 미래를 예측한다는 점에서, 횡단면 연구는 특정시기의 유류가격과 차량 판매량의 관계에 대한 추정만 가능하다는 점에서 각각 한계를 지니고 있다.

최근에는 패널데이터 분석을 통해 연비와 유류 가격에 대한 분석이 다양하게 이루어지고 있는 추세이다. 연료가격의 상승은 연비가 높은 차량보다 연비가 낮은 차량에서의 연료비용을 더욱 증가시킨다는 점에서 신차의 시장점유율에 영향을 미친다는 가설에 기초하여, 미국에서 에너지가격의 신차평균연비에 대한 영향을 분석한 연구는 통계적으로 유의하며, 일관적으로 나타나고 있다(Allcott & Wozny, 2014; Busse et al., 2013; Klier & Linn, 2010; Li, Timmins, & von Haefen, 2009).

수송용 유류 가격과 연비와의 관계를 분석한 가장 대표적인 논문으로, Li et al. (2009)과 Klier and Linn (2010)의 연구가 있다.

Li et al. (2009)은 미국 20개 대도시 통계지역(Metropolitan Statistical Area)의 신차 등록자료를 사용하여 휘발유 가격이 변화할 때 판매되는 자동차의 구성변화분을 분석하였다. 이 때, 폐차자료를 활용하여 특정 차량이 해당 연도에 폐차될 확률을 연비와 함께 차량의 특성변수로 고려함으로써, 종합적으로 신차구매와 폐차의 선택

이 어떻게 설명될 수 있는지를 분석하였다. 실증분석 결과 휘발유 가격의 변동이 신차구매와 폐차의 선택에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 연비의 휘발유 가격 탄력성을 단기 0.022, 장기 0.204로 추정하였다.

Klier and Linn (2010)은 1978년부터 2007년도까지의 월별 신차 판매 자료를 통해 휘발유 가격 변동에 따른 신차의 연료효율 탄력성을 0.12로 추정하고, 연구결과를 토대로 2002년~2007년 사이 휘발유 가격의 폭등이 상대적으로 연비가 낮은 미국 제작사 차량의 시장 점유율을 감소시키는데 기여한 것으로 평가하였다.

국내에서 연비와 연료가격의 관계를 실증적으로 분석한 대표적인 연구로는 이지연 (2013)의 연구가 있다. 그는 앞서 언급한 Li et al. (2009)의 연구방법론에 기초하여, 2008년에서 2012년까지 신규로 등록된 차량의 건수별 자료를 토대로, 15개 시도를 대상으로, 등록차량의 '변화'분을 관찰하여 연비 및 특성 등이 바뀌는 경향을 추정하였다. 이를 위해 독립변수로, 각 지역별 연료가격, 단위주행거리당 운행비용 (단위거리당 연료소비량(연비) * 지역별 연료가격), 차량등록대수, 지역의 인구수준 (POP), 평균가구크기(AHS), 1인당 평균 지방세(ALT), 지역더미, 연도더미, 지역별소득 분위더미를 구성하고, 차기년도의 등록대수를 종속변수로 하는 로그로그모형을 설정하였다.

그 결과, 전기의 차량판매대수, 연료가격, 단위km당 운전비용이 현재의 차량 판매대수에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 평가하고, 연료가격의 상승은 연비별 차량판매에 유의한 효과를 가지며, 연료가격이 상승했을 때, 판매량 하락과 상승의 분기점이 되는 연비는 9.2km/L수준으로 추정하였다.

3. 소결

이상과 같은 선행연구 결과들을 검토해 보면 분석지역, 분석시기, 분석자료의 형태에 따라서 연비가 승용차 구입에 미치는 영향의 크기는 저마다 차이가 있지만, 그 결과는 통계적으로 유의하며, 일관적으로 나타나고 있다. 선행연구들은 공통적으로 운행비용이 연비와 유류가격에 의해 결정되는 것으로 가정하고, 연료가격의 상승은 연비가 높은 차량보다 연비가 낮은 차량에서의 운행비용을 더욱 증가시킨다는 점에서 신차의 시장점유율에도 영향을 미치는 것으로 평가하고 있다.

분석방법에 있어서는 이산적 선택 모형에서부터 연속적 모형에 이르기까지 다양하다. 이산적 선택모형을 활용할 때, 설문조사에 기반을 둔 컨조인트 분석법과 같이 진술선호법을 이용하는 경우 응답자가 자신의 효용수준을 명확하게 알고 진술하기 어렵기 때문에, 시장상황을 반영한 분석방법이 선호되는 추세이다(Allcott, 2011). 그러나 시장수준의 데이터를 활용하는 경우, 차량 가격, 판매량, 관측되지 않는 소비자와 차량특성이 정확하게 제시되어야 한다(Berry et al, 1995). 특히, 자동차는 관측되지 않은 특성과 연비간 상관관계가 존재하는 경우가 빈번하기 때문이다. 예를 들어, 연비는 차량중량이나 성능을 나타내는 특성(마력, 토크)과 밀접한 관련이 있다. 이는 소비자 선호와도 관련이 되며 이를 다른 특성들에 대한 선호와 구분하여 식별하는 것은 상당히 어려운 문제이다. 이와 같은 선택대안들의 독립성 속성이 위배될 경우, 추정치는 편향되므로 비관련대안의 독립성 속성 가정의 위배문제를 해결하기 위한 대안으로 네스티드로짓모형이 자주 활용된다. 그러나 본 연구의 관심대상은 차량판매에 영향을 미치는 요인이 아니라, 연료가격과 신차연비의 관계를 추론하는데 있으므로, 다른 요소를 통제한 상태하에서의 순효과를 보기 위해 가장 적합한

모형인 회귀분석을 사용하는 것이 바람직할 것이라 판단된다. 이는 매우 약한 가정 하에서도 효율적(efficient)이고 일치추정량(consistent estimator)을 달성할 수 있기 때문이다.

다만, 앞서 언급하였듯이, 효율적인 추정량을 얻기 위해서는 연료가격이나 연비와 관련되어 차량판매에 영향을 주는 인자를 효과적으로 통제할 필요가 있다. 서로 영향을 주고 받는 잠재적인 혼란변수(confounding factors)는 측정하기 어려울 뿐 아니라 시간에 따라 매우 다양하게 나타나서, 이를 통제하지 않을 경우, 연료가격과 연비의 순수 효과는 편향되기 때문이다. 그 대안으로, 운행비용의 횡단면적인 다양성에 기초해 각 모델별 차량 판매량을 추정하는 방법이 있다. 그러나 이 역시 만약 운행비용이 성능과 같이 측정하기 어려운 차량 특성과 상관관계를 지닐 경우, 편향된 결과를 가져올 수 있다. 일반적으로, 시장에서 판매되는 개별 모델의 특성은 동일한 모델연식(model-year 혹은 모델기간)내에는 변하지 않는다. 그러므로, 월별로 일어나는 모델별 판매 빈도수에 모델과 모델연식에 따른 고정효과를 시간더미로 포함하는 단순회귀분석을 사용한다면 관측되지 않는 차량특성과 소비자특성을 통제하는 것이 가능하다. 이러한 모델연식의 고정효과는 기술의 변화나 천천히 변화하는 연비에 대한 소비자 선호의 변화나 연비와 상관관계가 있는 다른 특성들도 통제할 수 있다.

IV. 실증분석을 위한 모형 설정

1. 분석모형의 설정

1) 기본모형

차량 모델별 판매량에 미치는 수송용 연료 가격과 연비의 효과를 추정하기 위한 수요함수는 수송용 연료로 사용되는 에너지의 가격과 연비를 비롯하여, 각 모델별 판매량에 영향을 미치는 차량 및 소비자 특성으로 구성된 독립변수들로 구성된다. 축약형 모형을 활용하여 차량 및 소비자 특성과 판매량간의 관계를 선형함수로 표현하면 다음과 같다¹⁹.

$$(1) \quad \ln q_{jt} = \alpha f_{jt} + X_{jt}\beta + \varepsilon_{jt} + v_{jt}$$

q_{jt} : 차량모델(j)의 (t)월 판매량

f_{jt} : 예상연료비용

X_{jt} : 관측된 차량 모델 특성

ε_{jt} : 관측되지 않은 차량특성이 판매에 미치는 효과

v_{jt} : 소비자특성이 판매에 미치는 효과

α, β : 각 독립변수의 추정계수

¹⁹ 유도과정은 Berry(1994)와 Klier and Linn (2010)을 따른다.

이 때, 예상연료비용(f_{jt})은 차량의 수명, 예상운행거리, 연비에 의해 결정된다. 관측된 차량 특성(X_{jt})은 해당 모델의 중량, 차체의 길이, 마력 등을, 관측되지 않은 차량 특성(ε_{jt})은 선루프의 존재 여부 등 물리적인 특성을 각각 의미한다. 소비자 특성(v_{jt})은 (t)월에 차량을 구매하는 소비자의 이질적인 특성이나 선호를 나타낸다. 그러나 관측되지 않은 차량 및 소비자 특성으로 인해 모형(1)을 추정하는 데에는 어려움이 따른다. 예를 들어, 연비가 우수한 차량은 연료비용은 낮지만, 공간이 협소할 수도 있다. 이런 식으로 예상연료비용이 관측되지 않은 차량 및 소비자 특성과 관련이 있다면 연료비용에 대한 판매량 추정결과는 편향된다. 이러한 문제를 피하기 위해 Berry et al. (1995)는 연료비용이 차량특성과 무관하다고 가정하고 있으며 West (2004)는 연료가격이 소비자특성과 무관하다고 전제하였다. 그러나 본 연구에서 관심을 가지는 변수인 예상 연료비용은 연비와 같은 차량특성이나, 운행거리와 연료가격에 의해 결정된다는 점을 고려하여, 연료가격과 판매량 간의 관계는 표본 집단내에서의 차이로 보고 모형(within model)을 구성한다.

승용차 제조업체는 신차를 출시한 이후, 사양의 일부를 변경하는 것부터 외관 및 엔진 변경 등 완전변경(full-change)경에 이르기까지, 모델을 꾸준히 바꾸어 나간다. 해당모델의 완전변경주기는 보통 7년 짧게는 4~5년이다. 그 기간을 모델수명(model life)이라고 부르는데, 완전변경으로 신형이 출시되기 전까지 이루어지는 모델체인지가 부분변경이고 그 정도에 따라 페이스리프트(face-lift) 등의 용어를 사용하고 있다. 이러한 변경은 모델마다 다르지만 제조업체는 보통 이러한 특기할만한 변경이 있을 경우, 소나타2006, 소나타2008 이런 식으로 모델명 옆에 연식을 표기해 변경된 모델임을 알린다. 따라서 한번 생산이 시작되면 해당 모델기간(model-year)동안 차량 특성은 동일하게 유지되는 특성이 있다.

반면, 해당 차량의 연료비용은 연료가격, 운행거리, 연비에 의해 결정되므로 이

러한 특성을 반영하여 j모델의 해당모델기간 y년식의 상호반응을 ϕ_{jy} 라 한다면, 이는 모델의 특성을 반영하는 X_{jt} 와 ε_{jt} , 소비자특성을 나타내는 \bar{v}_{jt} 의 식으로 표현할 수 있다($\phi_{jy} = X_{jt}\beta + \varepsilon_{jt} + \bar{v}_{jt}$). 이를 반영하면 다음과 같이 식이 도출된다.

$$(2) \quad \ln q_{jt} = \alpha f_{jt} + \phi_{jy} + \varepsilon_{jt}$$

이 때, (t)월에 차량을 구매하는 소비자의 특성을 고려하여, 모든 타입의 더 많은 소비자가 시장에 진입한다고 가정하면, 모든 소비자는 모든 차량 판매에 비례적으로 영향을 미친다. 이를 월별 더미(τ_t)로 나타내면 다음과 같다.

$$(3) \quad \ln q_{jt} = \alpha f_{jt} + \phi_{jy} + \tau_t + \varepsilon_{jt}$$

이 때, 예상연료비용의 모델기간내에서의 변화는 판매에 불균형적으로 영향을 미치는 소비자 특성의 분포 변화에 외생적이라고 가정한다. (3)을 추정하기 위한 예상연료비용은 다음과 같이 구한다.

$$(4) \quad f_{jt} = \sum_{s=t}^{T+t} \left[\frac{1}{(1+r)^s} \frac{P_s^g}{KPL_{jy}} K_s \right]$$

P_s^g : s기의 예상유류가격

KPL_{jy} : (j)모델의 (y)년도 연비(km/L)

K_s : 주행거리(km)

r : 할인율, T : 차량수명

결국 s 기의 예상연료비용은 주행거리 (K_s)를 1km를 운전하는데 드는 비용인 P_s^g/KPL_{jy} 로 곱한 값과 같다. 이 때, 연료가격은 랜덤워크(random walk)를 따른다고 가정하면, $s > t$ 인 예상연료 가격은 t 기의 연료가격과 동일하다. 즉, 특정모델차량을 운전하는데 드는 예상비용은 현재 유류가격을 해당 차량의 연비로 나눈값에 비례하는 것으로 볼 수 있다.

$$(5) \quad \ln q_{jt} = \alpha \frac{P_t^g}{KPL_{jy}} + \phi_{jy} + \tau_t + \varepsilon_{jt}$$

$\ln q_{jt}$: (j)모델의 (t)월 로그판매량

P_t^g : 실질유류가격(원/L)

KPL_{jy} : (j)모델의 (y)년도 연비(km/L)

τ_t : (t)월 더미, 관측되지 않는 소비자특성 반영

ϕ_{jy} : (y)년도 더미, 연식에 따른 차량특성 반영

ε_{jt} : 모든 모델(j)과 시간(t)에 대하여 평균이 0이고 분산이 일정한 독립적

동질적인 분포를 따르는 오차항

본 논문에서는 '연료비용'이란 용어 사용시, 수송용 연료가격과의 용어 혼동이 발생할 수 있어 예상연료비용(P_s^g/KPL_{jy})을 '운행비용'²⁰으로 지칭하기로 한다.

구축된 모형 (5)에 국내 및 전세계적으로도 SUV판매가 급등하는 현상을 고려하여, SUV 더미를 추가한다. 승용차 크기는 소비자 선호와 밀접한 특성을 지니나, 크

²⁰ 이는 차량구매자들이 수송용 연료를 구입함으로써 연료 그 자체로부터 편익을 얻고자 하는 것이 아니라, 연료를 자동차에 투입함으로써 얻을 수 있는 주행서비스로부터 효용을 얻고자 한다는 의미를 포괄하는 의미로도 쓰인다.

기가 커질수록 차량가격이 증가하는 특성을 반영해 차량가격의 대리변수로 차량크기를 나타내는 CC변수를 포함한다. 또한 차량구입은 소득과 밀접한 관련을 지니므로, 월평균 소득을 나타내는 INCOME 변수를 포함하여 분석하기로 한다.

$$(6) \quad \ln q_{jt} = \alpha \frac{P_t^g}{KPL_{jy}} + \beta CC_{jy} + \gamma INCOME_t + DumSUV_{ji} + \tau_t + \phi_{jy} + \varepsilon_{jt}$$

$\ln q_{jt}$: (j)모델의 (t)월 로그판매량

P_t^g : 실질유류가격(원/L)

KPL_{jy} : (j)모델의 (y)년도 연비(km/L)

CC_{jy} : (j)모델의 (y)년도 크기(cc)

$INCOME_t$: 전국 가구당 (t)월평균 소득

SUV_{ji} : (j)모델의 SUV 유무(i=0 for non SUV, 1 for SUV)

τ_t : (t)월 더미, 관측되지 않는 소비자특성 반영

ϕ_{jy} : (y)년도 더미, 연식에 따른 차량특성 반영

ε_{jt} : 모든 모델(j)과 시간(t)에 대하여 평균이 0이고 분산이 일정한 독립적

동질적인 분포를 따르는 오차항

2) 추정계수 α 의 해석

본 모형에서 추정계수 α 는 1km를 주행할 때 드는 운행비용($f_{jt} = P_s^g / KPL_{jy}$)이 판매량에 미치는 영향의 크기를 의미한다. 이렇게 운행비용을 P_s^g / KPL_{jy} 로 두고 semi-log모형을 구성하는 것은 다른 조건이 동일할 때, 유류가격의 변화가 신차판매에 직접적으로 영향을 주기도 하지만 단위거리당 운행비용을 변화시키는 방식으

로 차량선택에 영향을 준다는 것을 가정하는 것이다.

유류가격이 증가하면 가처분 소득이 감소하게 되므로, 신차를 구매하려던 소비자는 구매결정을 취소하게 된다. 이는 시간더미에 반영되어 나타난다. 또한 예상 운행비용을 증가시킴으로써 판매량에 부정적인 영향을 미친다. 상기 모형에서 α 는 시계열적으로 변화하는 연료의 가격과 횡단면적으로 변화하는 연비에 의해 식별된다. 이는 동일 모델기간동안의 유류가격의 변동이 모델별 예상운행비용의 차이를 가져와, 에너지효율이 좋은 차량과 그렇지 못한 차량 판매량에 차이를 발생시키는 요인으로 작용한다. 즉, 유류가격이 증가할 때, 고연비 차량의 판매가 저연비차량의 판매에 비해 상대적으로 늘어난다는 것을 의미한다.

실증분석에 사용된 변수는 다음과 같다.

[표 7] 분석에 사용된 변수 및 정의

구분	변수명		변수정의
종속변수	ln(sales)		승용차 모델별 로그판매량
단위km당 운행비용	lnwpk (원/km)	Fuelprice(원/L)	월별실질연료비(휘발유,경유,LPG)
		KPL(km/L)	승용차 모델별 연비
기타	INCOME		가구당 월별소득(2010년 가격기준, 천원)
	CC		승용차 모델별 크기
	SUV		SUV더미(SUV, 비SUV)
	T(Iyear, Imonth)		시간더미(연도별, 월별 더미)

2. 분석자료 구축

실증분석을 위하여 2006년 1월부터 2015년 12월까지 국내에서 판매된 승용차의 모델별 월별 판매자료와 연비, 유류가격에 대한 패널자료를 구축하였다²¹. 패널자료는 시계열자료 또는 횡단면자료에 비해 더 많은 정보와 변수의 변동성(variability)을 제공하여 보다 효율적인 추정을 가능케 할뿐만 아니라, 선형회귀모형의 다중공선성 문제를 완화시킬 수 있다. 또한 관측되지 않는 개별 모델의 고유한 특성효과(individual heterogeneity)를 통제함으로써 누락 변수의 편의를 축소할 수 있다는 장점을 지니고 있다.

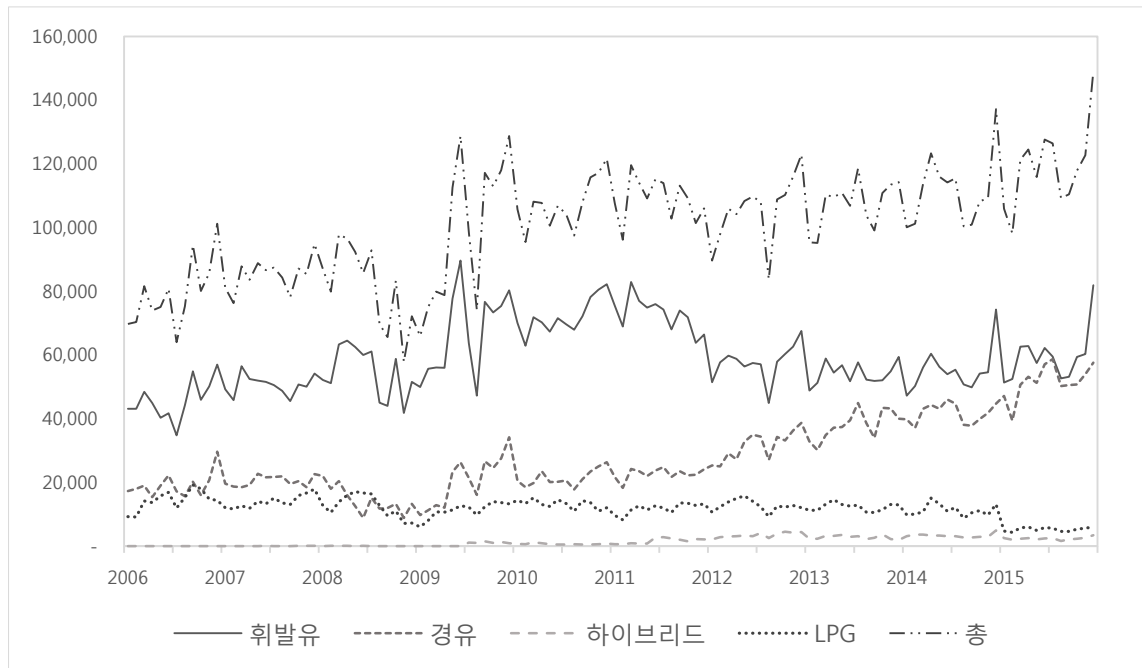
1) 승용차 모델별 월별 판매량

승용차의 모델별 월별판매량은 국내 제조업체 차량의 경우 한국자동차협회의 「자동차통계월보」를 통해, 수입차량인 경우 수입자동차협회의 「모델별/월별 신규등록자료」를 통해 자료를 구축하였다. 한국자동차협회에서 제공하는 자동차통계월보는 국내 승용차제조업체(현대, 기아, 한국지엠, 르노삼성, 쌍용)의 판매실적을 협회에서 집계하여 제공한다. 수입자동차협회에서 제공하는 「모델별/월별 신규등록자료」는 신차의 월별 국토해양부등록기준 자료이다²². [그림1]과 [그림2]는 유종별·크기별

²¹ 각 협회에서 제공하는 자료의 모델명은 아반떼 1.6, 아반떼 2.0 등으로 세분화 되어 있다. 본 연구에서는 이를 유종별 모델명(아반떼, 엑센트, 그랜저 등)으로 구분하여 연비를 판매량에 따른 가중평균값으로 변환하여 최종데이터를 구축하였다.

²² 수입자동차협회에서 제공하는 자료는 모두 국토해양부 등록 기준 자료이다. 자동차 신규등록 기간은 임시운행 허가기간(허가일포함, 10일이내)내에 해야하므로, 판매시점과 신규등록시점 간 차이가 발생할 수 있으나 판매량 실적과 양적, 시간적 차이가 크게 발생하지 않다는 점을 고려하여 판매량자료에 포함한다.

월별 판매량의 변화추이를 나타낸다.

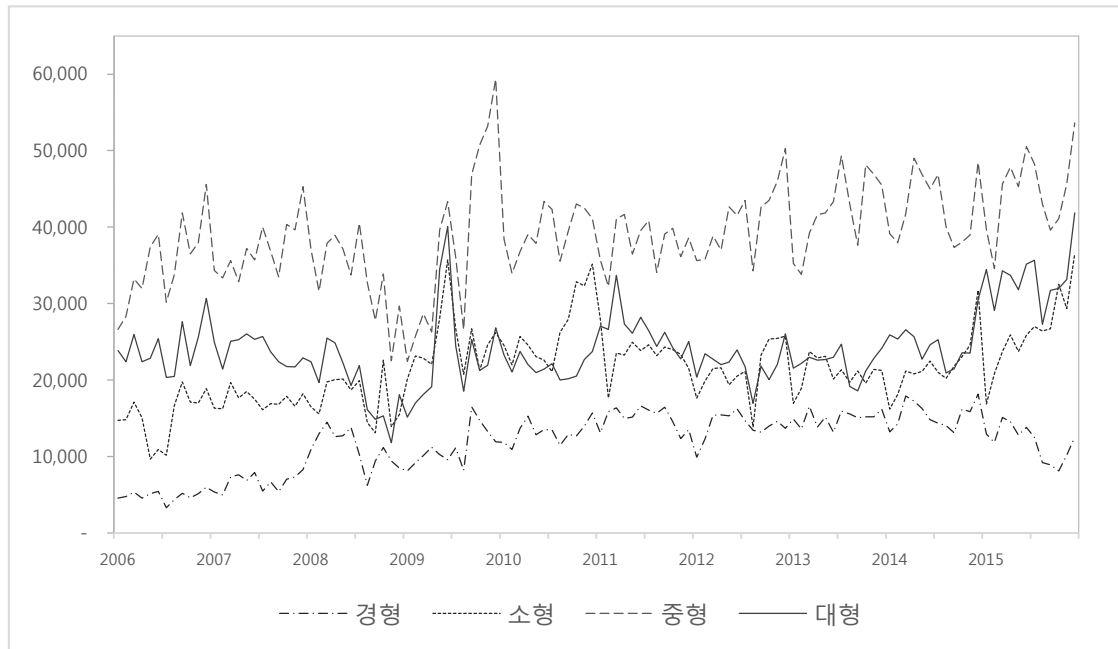


[그림 1] 유종별 월별 판매량(대)

승용차 판매량은 여름 휴가철과 겨울철 업체차원에서 재고처리, 신차출시 효과 등으로 신차수요가 증가하는 경향이 있다. 2009년 6월 판매량은 12만대를 돌파하였다. 이는 증가는 정부의 세제지원정책의 영향으로, 2008년 하반기부터 가속화된 글로벌 경기침체, 수출위축, 고용불안, 자동차할부금융 축소 등으로 2009년 4월까지 월간 판매량 10만대 이하였던 것이 5월부터 승용차 개별소비세 30% 인하('08.12.19~'09.6.30) 조치의 종료시한 임박과 5월부터 시행된 노후차량 교체시 개별소비세, 취득세, 등록세 등의 70% 감면조치에 의한 것이다(한국자동차협회, 2009). 업체차원에서도 YF쏘나타, 투싼ix, 신형마티즈, New SM3 등 신차를 각사가 출시하면서 노후차 교체수요가 발생한 것으로 평가된다.

유종별 판매량은 휘발유 차량이 가장 높게 나타나나, 최근 다목적차량(SUV, Sports Utility Vehicles) 등에 국한되었던 경유 엔진이 아반떼, 소나타, K5 등 세단형 모델에도 확대되고, 인기도 늘어나면서 경유 차량의 판매비중이 늘어났다. 2006년

약 24%에 그쳤던 경유 차량의 판매 비중은 2015년에는 전체 승용차판매량의 45%에 달하면서 휘발유 차량의 판매 비중과 거의 유사해졌다. 하이브리드와 LPG는 상대적으로 시간에 따른 변화가 거의 없으며 다른 유종에 비해 판매 비중도 낮다.



[그림 2] 크기별 월별 판매량(대)

배기량별로 승용차 크기²³를 분류하여 판매량 추이를 비교하면 대체적으로 중형승용차의 판매량이 높게 나타나며, 경형의 판매비중이 가장 낮게 나타난다. 경제 위기가 고조되었던 2008년과 고유가 및 아반떼, 엑센트 등의 신차출시에 따른 가격 인하 경쟁이 나타났던 2010년을 제외하고는 거의 대형승용차의 판매비중이 소형승용차를 앞지르고 있다. 대형승용차의 판매 비중은 2006년~2015년 10개년 평균 약 24%로, 경차 12%, 소형차 21%를 상회한다.

²³ 「자동차관리법시행규칙」 [별표1]에 따라 차량크기는 다음과 같이 4가지로 분류된다.

- 경형 : 배기량이 1,000cc 미만으로서 길이3.6m · 너비1.6m · 높이2.0m 이하
- 소형 : 배기량이 1,600cc 미만인 것으로서 길이4.7m · 너비1.7m · 높이2.0m 이하
- 중형 : 배기량이 1,600cc 이상 2,000cc 미만이거나 길이 · 너비 · 높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하는 것
- 대형 : 배기량이 2,000cc 이상이거나, 길이 · 너비 · 높이 모두 소형을 초과하는 것

2) 실질 운행비용

운행비용은 승용차 1km를 운행하는데 소요되는 데 드는 비용으로 휘발유, 경유, LPG 가격을 해당 모델의 연비로 나눈 값이다. 모델별 연비는 에너지관리공단에서 발간하는 「자동차연비등급안내집」을 통해 제공된다. 휘발유 가격은 주유소 보통휘발유, 경유는 자동차용경유, LPG는 자동차부탄의 전국 월별 평균가격(원/L)를 소비자물가지수²⁴로 나누어 2010년 기준 실질가격으로 변환하였다. 실질가격으로 환산한 평균 유류가격 및 평균 연비는 다음 [그림3]과 같다.



[그림 3] 실질유류가격 및 연비

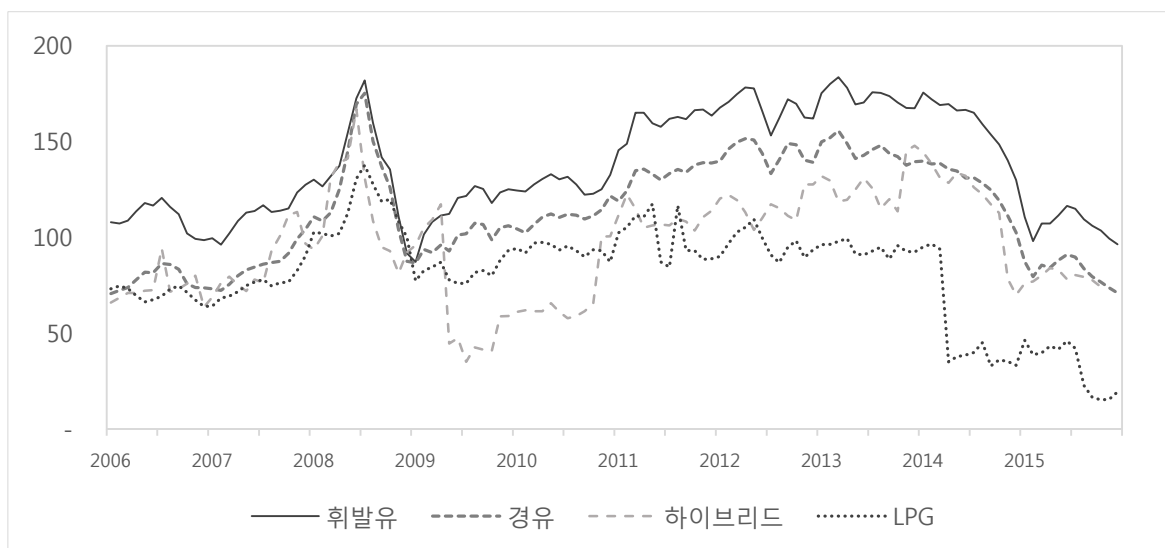
2000년대 중반부터 상승세를 유지하던 유류 가격은 2008년 글로벌 금융위기와 더불어 급등하였으며, 경기침체에 대한 우려가 확산되면서 한시적으로 폭락했다가 이후 다시 반등하였다. 그러나 유류 재고 확대 및 심화로 최근까지도 다시 감소하는 추세를 보이고 있다.

²⁴ 유류가격의 경우, 지출품목 중 개인운송장비연료 및 윤활유 소비자물가지수(2010=100)값으로 보정하였음

에너지관리공단에서 제공하는 연비 자료는 하위모델 수준별로 보고되므로, 동일한 모델이더라도 수동과 자동변속기 모델에 따라 다른 연비값을 제공한다. 이처럼 모델명은 동일하지만 우리나라는, 자동변속기 판매량이 90% 이상이므로, 자동변속기 기준 연비를 사용하였다. 이 때, 연비는 월별이 아닌 모델연식에 따라 상이하다. 신차모델을 판매하는 시점은 모델별로 제조업체별로 다르긴 하지만 본 논문에서는 모델연식의 판매 시작시기를 당해년도 1월부터 12월까지로 보고 모델기간을 산정하였다. 예를 들어, 아반떼는 2006년식은 2006년 1월에 생산을 시작하여, 2008 연식 신모델이 나오기 전까지인 2007년 12월까지를 생산시기로 보았다.

지속적으로 증가하는 추세를 보이던 연비는 2012년 미국에서 발생한 국내 자동차 업체의 연비 과장 논란 이후, 공인연비의 측정 방식이 변경되면서, 동일 모델 기준 표시연비가 약 20% 정도 감소하였다.

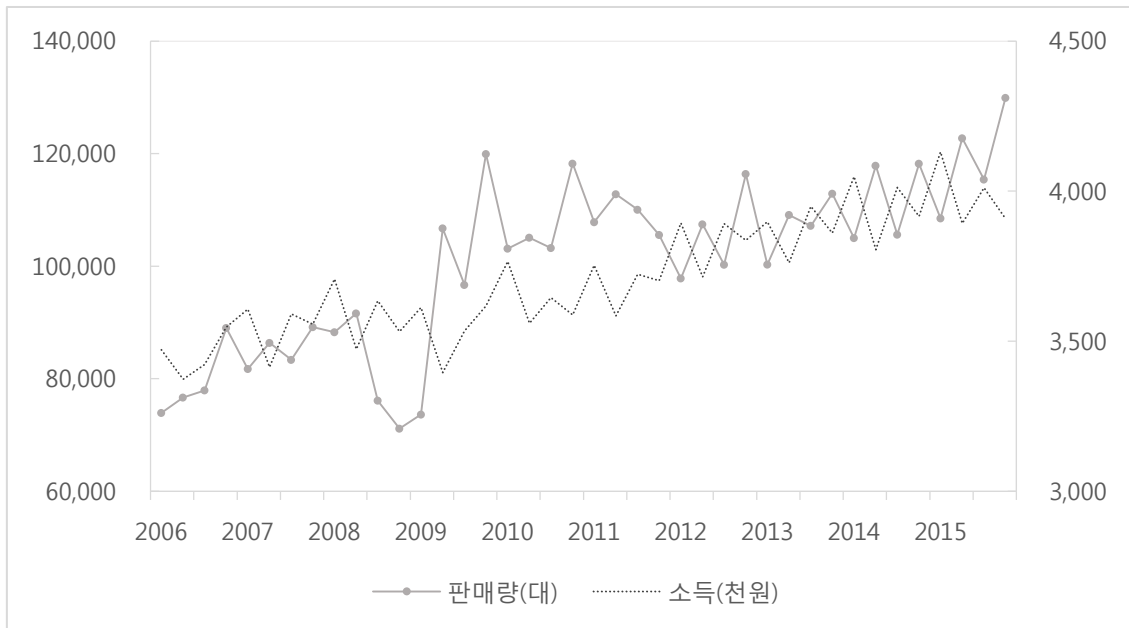
분석기간동안 평균운행비용은 다음 [그림 4]에 제시되어 있다. 모델별 운행비용은 실질유류가격에 비례하고 연비에 반비례하므로, km당 실질 운행비용은 실질 유류가격이라는 경제적 요인과 자동차 연비라는 기술적 요인에 의해 결정된다.



[그림 4] 유종별 평균운행비용(원/km)

3) 가구소득

가구소득변수는 가계동향조사에서 제공하는 가구별 소득자료를 2010년 불변가격으로 환산하여 실질소득으로 변환하였다. [그림 5]는 분기별 소득 및 평균판매량을 나타낸다.

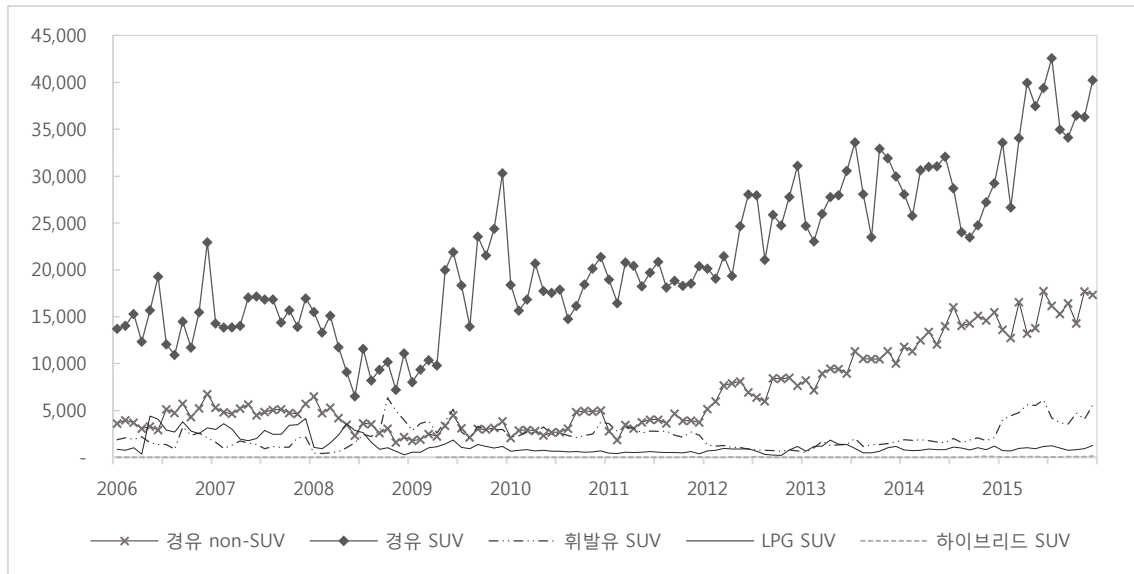


[그림 5] 분기별 소득 및 평균판매량

4) 기타변수

더미변수로 SUV를 사용한다. 앞서 [그림 1]에서 보았듯이, 경유차량의 판매는 지속적으로 증가하여 2015년 전체 승용차판매량의 약 43%를 차지한다. 그 중 약 70%가 SUV로, 경유 SUV는 전체 SUV 판매량의 약 85%를 차지한다. 최근 판매량이 늘어나는 수입자동차 모델의 약 60%가 경유차량이다.

SUV의 판매량 역시 지속적으로 증가하는 추세이다. 경유엔진을 사용하는 SUV도 지속적으로 증가하고 있지만, 비SUV, 즉 일반형 승용차에도 경유엔진차량의 비중이 늘어나는 추세이다[그림 6].



[그림 6] 유종별 SUV 판매량(대)

실증분석에 사용된 모든 자료의 출처는 다음과 같다.

[표 8] 분석 자료 및 출처

항목	자료명	출처
국산자동차 모델별 판매량	자동차통계월보	한국자동차협회
수입자동차 모델별 판매량	KAIDA Registration Statistics	수입자동차협회
모델별 연비 및 차량크기	자동차연비등급안내책자	에너지관리공단 수송에너지
유류가격	주유소 제품별 평균 판매가격	한국석유공사 오피넷
소비자물가지수	소비자물가지수(2010=100)	통계청 국가통계포털
소득	가계동향조사	통계청 국가통계포털

3. 자료의 통계 분석

[표 9]는 2006년 1월부터 2015년 12월까지 표본기간 동안 각 변수에 대한 기술통계량이다.

[표 9] 변수들의 주요 기술통계량

변수명(단위)	평균	표준편차	최소	최대
판매량(대)	493	1,270	1	19,652
연비(km/L)	11.3	3.5	4	29.2
유류가격(원/L)	1,671	444	571	2,499
운행비용(원/km)	162.6	65.9	36.8	574.0
소득(천원)	3,738.5	194.4	3,373.1	4,130.3
차량크기(cc)	2,762	1,089	796	6,752

주) 관측수: 24,455 총모델수: 446, 각 변수는 [표]을 참조하기 바람

종속변수인 모델별 판매량은 평균 493대이나, 최소 1대에서 최대 19,652대로, 모델별 편차가 크게 나타난다. 운행비용을 나타내는 km당 실질 유류가격은 평균 162.6원이고, 최소 36.8원에서 최대 574원 사이에 분포하고 있다.

실증분석에 사용된 변수들 간의 영향 정도를 파악하기 위한 상관관계분석을 수행하였다. 2006년 1월부터 2015년 12월까지 전체표본기간 동안의 자료를 이용하여 계산한 변수들 간의 상관계수는 [표 10]]과 같다.

[표 10] 상관관계 분석

	판매량	유류가격	연비	유류가격	소득	차량크기
판매량	1.0000					
유류가격	-0.0468*	1.0000				
연비	0.2090*	0.0212*	1.0000			
운행비용	-0.2097*	0.6284*	-0.6901*	1.0000		
소득	-0.0258*	0.2680*	0.1586*	0.0694*	1.0000	
차량크기	-0.2587*	-0.1172*	-0.7239*	0.7148*	-0.535*	1.0000

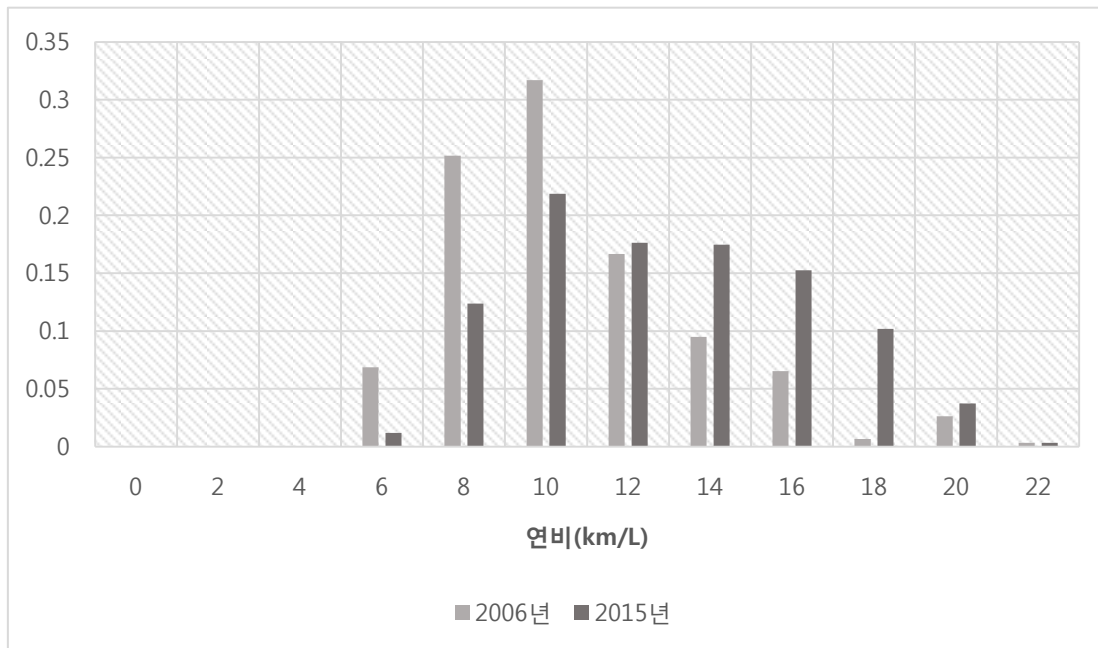
주) *는 Pearson 상관관계 검정결과 5% 유의수준에서 유의함을 나타냄. 각 변수는 [표 7]을 참조하기 바람.

연도별로 비교하기 위해서 2006년부터 2009년까지, 2010년부터 2012년까지, 2013년부터 2015년까지로 세 그룹으로 나누어 판매량가중평균과 표준편차를 비교하였다[표 11].

평균 유류가격과 평균연비는 시간에 따라 증가했다가 감소하였으며, 판매량은 경유차량의 경유 지속적으로 증가하고 있으나 휘발유차량과 LPG차량은 증가하다가 감소하는 추세를 보인다. 평균연비의 감소는 중대형차량의 보유구조 심화 및 연비 측정방식의 변화에 따른 것으로, 시간에 따라 고효율 차량 모델의 비중은 점점 높아지고 있다[그림 7].

[표 11] 기간별 변수 통계량

주요변수	유종	2006-2009	2010-2012	2013-2015
유류가격	경유	1,088	1,745	1,697
		(309.27)	(280.50)	(370.10)
	휘발유	1,256	1,945	1,883
		(259.15)	(282.36)	(385.18)
	LPG	707	1,098	1,101
		(169.87)	(155.87)	(237.35)
연비	경유	13.05	14.63	13.79
		(0.24)	(0.60)	(0.24)
	휘발유	12.54	14.15	12.73
		(0.57)	(0.35)	(0.13)
	LPG	8.98	8.55	7.00
		(0.27)	(0.67)	(2.04)
운행비용	경유	85.28	121.01	125.67
		(24.51)	(15.21)	(28.15)
	휘발유	106.17	145.86	153.71
		(18.90)	(18.77)	(30.67)
	LPG	79.31	95.57	79.17
		(18.71)	(8.40)	(31.03)
판매량	경유	17,202	22,530	39,998
		(5,411)	(5,522)	(7,237)
	휘발유	48,643	65,705	49,182
		(11,526)	(8,839)	(6,750)
	LPG	10,073	11,587	8,615
		(2,998)	(1,667)	(3,386)



[그림 7] 평균연비에 따른 히스토그램

차량크기별로 평균연비와 총 판매량을 비교하기 위해 5년을 주기로 분석하였다. 2006년부터2010년까지에 비해 2011년부터 2015까지에서 경·소형의 평균연비는 감소하였으나, 중·대형의 평균연비는 증가하였다. 소형 SUV는 2008년 처음 판매되기 시작하였으며 소형 SUV의 연비 감소는 소형차량의 평균연비 감소에 기여한 것으로 평가된다. SUV의 평균연비 증가율은 비SUV에 비해 낮게 나타나고 있다.

판매량을 보면 모든 부문에서 총판매량은 증가하고 있다. 소형, 중형, 대형에서 SUV판매량의 비중이 급격하게 증가하고 있다. 특히 중형 SUV판매량은 늘어나는데 반해 비SUV 판매량은 줄어들고 있다.

[표 12] 기간별 평균연비 및 총 판매량 통계

구분		평균 연비(km/L, %)			총 판매량 (대, %)		
		2006-2010	2011-2015	증감률	2006-2010	2011-2015	증감률
경형		18.5	17.2	▼ 7.6	569,005 (10.5)	857,942 (12.9)	33.7
소형	비SUV	15.0	15.5	3.4	749,736 (13.8)	887,455 (13.4)	15.5
	SUV	17.2	14.9	▼ 15.7	4,699 (0.01)	146,760 (2.2)	96.8
중형	비SUV	11.8	13.4	12.0	1,496,055 (27.5)	1,364,058 (20.6)	▼ 9.7
	SUV	12.9	14.0	7.7	495,119 (9.1)	778,797 (11.7)	36.4
대형	비SUV	10.1	11.3	10.5	1,443,669 (26.6)	1,482,498 (22.4)	2.6
	SUV	12.1	12.9	6.4	663,563 (12.2)	899,010 (13.6)	26.2
합계					5,421,846	6,416,520	15.5

V. 모형추정 및 결과 해석

1. 적합모형 검증

1) 고정효과와 확률효과의 유의성 검정

패널자료를 추정하기 위한 모형은 오차항의 구조에 대한 가정에 따라서 고정효과모형, 확률효과모형, 합동모형으로 구분된다. 패널 선형회귀모형은 일반적으로 다음과 같이 정의된다.

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_i + e_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ 및 } t = 1, 2, \dots, T$$

위 모형에서 오차항은 시간에 따라 변하지 않는 모델별 개체특성을 나타내는 u_i 와 시간과 모델에 따라 변하는 순수한 오차항인 e_{it} 로 구성되어있다. 패널 선형회귀모형에서 오차항 u_i 를 고정효과로 볼 것인지 확률효과로 볼 것인지에 따라 추정방법이 달라진다. 고정효과 모형에서는 상수항 ($\alpha + u_i$)를 패널 개체별로 고정되어 있는 모수로 해석하나 확률효과 모형에서는 상수항이 확률분포를 따르는 확률변수가 된다²⁵.

고정효과 모형인지 확률효과 모형인지 판단할 때 일차적으로 중요한 기준은 데

²⁵ 고정효과의 유의성을 판정하기 위해서는 모든 패널개체에 대해 $u_i=0$ 이라는 결합가설을 검정한다. 만약 귀무가설을 받아들인다면 상수항이 모든 패널개체에 대해 α 로 동일해지므로 개체별 이질성을 고려할 필요 없이 합동모형을 사용해도 무방하다. 확률효과의 유의성을 판정하기 위해서는 오차항 u_i 의 분산이 0이라는 귀무가설에 대한 Breusch-Pagan 라그랑지 승수(LM) 검정을 수행하며, 귀무가설을 받아들인다면 확률적인 개체별 이질성은 존재하지 않는 것으로 판단하게 된다. 모형에 대해서 고정효과와 확률효과의 유의성에 대한 검정을 수행하였으며, 검정결과 유의확률(p값)은 모든 경우에 0.000으로 나타나 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각하였으며, 따라서 개체특성을 고려하는 고정효과모형과 확률효과모형이 합동모형에 비해 적절함을 확인할 수 있었다.

이터에서 패널 개체의 특성을 의미하는 u_i 에 대한 추론이다. 패널 개체들이 모집단에서 무작위로 추출된 표본의 개념이라면 오차항 u_i 는 확률분포를 따른다고 가정할 수 있다. 그러나 주어진 패널 개체들이 모집단에서 무작위로 추출된 표본이 아니라 특정 모집단 그 자체라면 오차항 u_i 는 확률분포를 따른다고 말할 수 없다. 본 논문에서 사용하는 모델별 월별 판매량 데이터의 경우, 패널개체가 국내에서 판매된 전체 모델별 판매량을 대상으로 하고 있으므로 오차항 u_i 를 고정효과로 간주하는 것이 보다 적절하다²⁶.

2) 이분산성 및 자기상관 검정

패널자료는 횡단면자료와 시계열 자료의 특성을 동시에 가지고 있기 때문에 횡단면간 및 시점간 종속성(dependency) 문제로 인해 이분산성(heteroskedasticity), 오차항의 자기상관(auto-correlation)등이 동시에 나타날 우려가 있다. 오차항에 이분산성 또는 자기상관의 문제가 있을 경우 추정량은 일치추정량(consistent)이지만 비효율적인(inefficient) 추정량이기 때문에 효율적인 추정량을 얻기 위해서는 이러한 문제를 교정할 필요가 있다.

본 연구에서는 고정효과모형을 이용하여 패널모형을 추정한 후에 사후적으로 오차항의 이분산성 및 자기상관 존재여부를 검정하였다. 먼저 이분산성 진단을 모든 개체의 분산이 동일하다는 귀무가설에 대한 Wald 검정을 수행하였다. 그 결과 1% 유의수준에서 귀무가설이 기각되어 개체간 이분산성이 존재하는 것으로 밝혀졌다.

²⁶ 확률효과 모형과 고정효과 모형의 적합성을 비교하기 위해서 패널별 개체특성 오차항 u_i 와 독립변수간에 상관관계가 없다는($\text{cov}(x_{it}, u_i)=0$) 귀무가설을 설정하고, 하우스만 검정을 실시한 결과 1% 유의수준에서 귀무가설이 기각되어, 고정효과모형을 선택하는 것이 적절한 것으로 판정되었다.

[표 13] 이분산성 검정결과

Modified Wald test for group-wise heteroskedasticity		
$H_0: \sigma_i^2 = \sigma^2 \text{ for all } i$		
	검정통계량	유의확률
기본모형(FE_r)	$\chi^2 (438) = 1.9e+05$	$\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$

오차항의 자기상관을 진단하기 위해서는 1계 자기상관 존재 여부에 대한 Wooldridge 검정을 수행한 결과, 오차항에 1계 자기상관이 존재하지 않는다는 귀무가설이 기각되었다. 따라서 오차항의 자기상관을 제거하기 위한 교정절차가 필요하다.

[표 14] 오차항의 자기상관 검정결과

Wooldridge test for autocorrelation in panel data		
$H_0: \text{no first-order autocorrelation}$		
	검정통계량	유의확률
기본모형(FE_r)	$F(1, 425) = 470.147$	$\text{Prob} > F = 0.0000$

적합모형 선택을 위한 검정 결과를 종합해보면 고정효과모형이 가장 적합하나 오차항의 이분산성 및 자기상관이 존재하는 것으로 나타나 이를 교정할 필요가 있다.

횡단면간 및 시점간 종속성(dependency) 문제로 인해 추정의 편의 문제를 해결하기 위해서는 추정치의 표준편차를 조정할 필요가 있다. 오차항에 1계자기상관이

존재하는 동시에 이분산성이 존재할 경우, clustered sandwich 추정량을 이용하면, 패널 그룹내에서 오차항끼리 서로 독립이라는 가정을 완화하여 표준오차(robust standard error)를 계산한다(StataCorp, 2011).

다른 방법으로 Driscoll and Kraay(1998)는 시점간 종속성 문제를 보완한 비모수 공분산 행렬 추정치(nonparametric covariance matrix estimator)를 제안하였다. 또한 Hoechle(2007)은 기존의 Driscoll-Kraay 추정치가 균형 패널 데이터에 국한하여 적용되는 한계를 보완하여 불균형 패널 데이터에도 적용가능한 추정법을 개발하였다. 본 연구에서는 이러한 불균형 패널 자료의 이분산성과 자기상관성 문제를 고려한 clustered sandwich 추정법과 Driscoll-Kraay 추정방법을 이용한 모형 추정 결과인 FE_DK를 기존의 견고한 고정효과 모형 추정치인 FE_r과 비교하였다.

2. 모형 추정 결과

기술한 기본모형식 (6)을 바탕으로 패널분석을 수행하였다. 종속변수는 승용차 모델별 월별 로그판매량이며, 주요 독립변수는 실질유류가격을 각 모델의 연비로 나눈 값으로, 예상연료비용을 나타내는 km당 운행비용이다.

[표 15] 패널분석 결과

변수명	(1) FE_r		(2) FE_DK		비고
	계수값	T값	계수값	T값	
wpk	-0.00478***	-4.55	-0.00478***	-4.73	운행비용
cc	-0.00031***	-2.61	-0.00031***	-5.29	차량크기
income	0.00099***	5.24	0.00099***	2.20	가계평균소득
suv	0.76805	1.19	0.76805***	4.16	SUV더미
_Imonth_2	-0.05477***	-2.77	-0.05477	-1.39	2월
_Imonth_3	0.15089***	7.07	0.15089***	4.41	3월
_Imonth_4	0.32145***	6.63	0.32145***	2.82	4월
_Imonth_5	0.34656***	7.10	0.34656***	3.03	5월
_Imonth_6	0.39117***	7.69	0.39117***	3.36	6월
_Imonth_7	0.22402***	7.33	0.22402***	3.71	7월
_Imonth_8	0.10427***	3.44	0.10427*	1.83	8월
_Imonth_9	0.13401***	4.50	0.13401**	2.26	9월
_Imonth_10	0.15071***	4.59	0.15071**	1.97	10월
_Imonth_11	0.13850***	4.75	0.13850**	2.19	11월
_Imonth_12	0.11710***	3.92	0.11710**	1.99	12월
_Iyear_2007	-0.06064	-1.22	-0.06064	-1.09	2007년도
_Iyear_2008	-0.06654	-0.74	-0.06654	-0.34	2008년도
_Iyear_2009	-0.26173***	-2.81	-0.26173**	-2.39	2009년도
_Iyear_2010	-0.24024**	-2.19	-0.24024*	-1.87	2010년도
_Iyear_2011	-0.10070	-0.72	-0.10070	-0.56	2011년도
_Iyear_2012	-0.11224	-0.74	-0.11224	-0.46	2012년도
_Iyear_2013	-0.16411	-1.09	-0.16411	-0.67	2013년도
_Iyear_2014	-0.28933*	-1.88	-0.28933	-1.09	2014년도
_Iyear_2015	-0.58521***	-3.54	-0.58521**	-2.27	2015년도
Constant	1.84347**	2.57	1.84347	1.12	상수항
Adj-R ²	0.827		.		

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

모형에는 모델연식과 판매에 영향을 미치는 변수를 통제하기 위해 연도별, 월별 더미를 포함하고 있다. 모형의 전반적인 유의성을 검정하는 F-검정 결과 유의확률(P-값)은 0.0000으로 의미있는 모형임을 확인하였으며, 독립변수의 설명력을 나타내는 조정된 결정계수(adjusted R^2)는 0.827로 나타났다. 운행비용은 1% 수준에서 유의미한 것을 확인할 수 있다. km당 운행비용에 대한 추정계수는 운행비용의 추정계수는 모든 모형에서 유의수준 1% 이내에서 유의하고, 음(-)의 부호로 운행비용이 증가하면 모든 종류의 차량에 대한 수요는 줄어들고 있음을 알 수 있다. 월평균 가계 소득을 변수로 포함한 모형(FE_r_I, FE_DK_I)에서는 (+) 부호를 가지며, 유의수준이 5% 이내로 나타남을 알 수 있다. 즉 월평균 소득이 높아질수록 판매량은 증가한다고 볼 수 있다. 가계 소득이 증가하면 차량 구매결정이 이루어진다는 점을 감안하면 당연한 결과라고 볼 수 있다. 다음으로 차량크기의 증가는 모든 모형에서 판매량에 유의수준 1% 이내에서 부정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 즉, 차량크기가 커질수록 판매량은 줄어든다. 다목적차량을 의미하는 SUV는 견고한 표준오차를 사용한 패널고정효과 추정치에는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타난 반면에, Driscoll-Kraay 추정치는 유의수준 1% 이내에서 유의한 것으로 나타났다.

소득을 포함한 고정효과 모형의 추정결과에 따르면, (다른 조건이 동일할 때) 운행비용이 1원 증가하면, 판매량은 평균적으로 약 0.48% 감소한다. 패널 그룹 내에서 운행비용이 미치는 효과는 모든 패널 그룹(모텔별 판매량)에 똑같이 적용된다. 차량가격의 대리변수로 사용한 차량크기 변수의 경우 차량크기가 1cc 증가하면, 차량판매량은 0.03% 감소하는 것으로 나타났다. 가계소득이 1,000원 증가하면, 차량판매량은 약 0.1% 증가한다.

운행비용의 추정계수²⁷는 연비수준이나 유류가격 수준에 따라 신차수요에 미치는 영향이 다르게 나타난다. 연비가 10km/L인 차량과 20km/L인 승용차를 생각해 보자. 다른 조건이 동일할 때, 유류 가격이 1원 증가하면, 연비가 10km/L인 차량의 판매는 연비가 20km/L인 차량 판매에 비해 약 0.024% 줄어드는 것을 알 수 있다. 즉 유류가격의 상승은 저연비차량의 판매를 감소시키고, 상대적으로 연비가 높은 자동차의 판매를 증가시킨다.

3. 승용차 수요의 탄력성 추정

추정결과를 바탕으로 승용차 수요의 탄력성을 도출한 결과는 다음 [표 16]에 제시되어 있다.

[표 16] 탄력성 도출 결과-기본모형

구분	탄력성	표준오차	P-value
운행비용	-0.193***	0.042	0.000
차량크기	-0.214**	0.081	0.008
소득	0.918***	0.174	0.000

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

운행비용에 관한 평균적인 신차수요의 탄력성은 -0.19로 음의 부호를 갖는다. 이는 운행비용이 1% 증가하면, 신차판매는 0.19% 감소하고, 반대로 운행비용이 1% 감소하면 신차판매는 똑같이 0.19% 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

차량가격의 대리변수인 차량크기의 신차수요탄력성 추정결과, 신차판매의 크기(가격)탄력성은 -0.21로 음(-)의 값으로 도출되었다. 이는 차량크기(가격)가 1% 증가

²⁷ 추정계수 α 의 해석은 IV장 1절 참조

하면 판매량이 0.21% 감소하는 것으로 해석할 수 있다.

소득의 탄력성 추정결과, 0.92로 양(+)의 값으로 도출되었다. 이는 소득이 높을수록 신차판매 수요가 늘어나는 것으로 해석할 수 있으며, 그 값이 1에 가까워 탄력적인 것으로 나타났다. 보통 경제성장률이 높은 개발도상국의 경우, 소득에 관한 수요탄력성이 1이상으로 나타나, 승용차보유율이 급격히 증가하는 특성을 지닌다. 경제성장률이 완만해지고, 소득이 안정되면서 소득의 차량수요탄력성은 점차적으로 줄어들고, 비탄력적으로 변하는 특성이 있다.

[표 17]은 운행비용수준별로 탄력성을 도출한 결과를 보여준다. 운행비용이 커질수록 탄력성은 점점 커지며, 운행비용이 약 496원/km이상일 때에는 판매량이 매우 탄력적으로 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

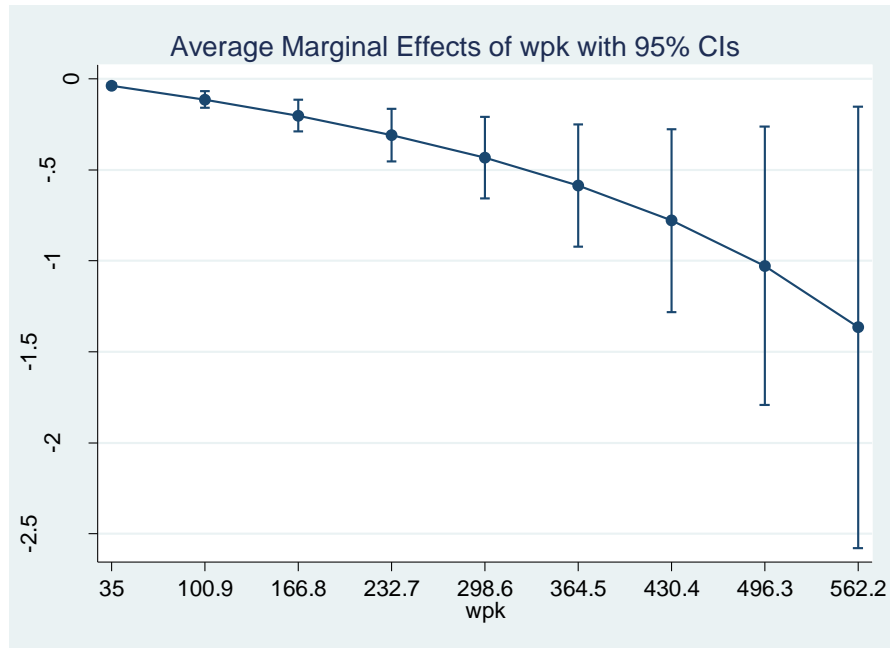
[표 17] 운행비용에 대한 신차 판매량 탄력성-기초모형

운행비용(원/km)	탄력성	표준오차	P-value
35.0	-0.0365***	0.007	0.000
100.9	-0.113***	0.023	0.000
166.8	-0.202***	0.045	0.000
232.7	-0.308***	0.074	0.000
298.6	-0.433***	0.114	0.000
364.5	-0.587***	0.172	0.001
430.4	-0.779**	0.257	0.002
496.3	-1.027**	0.390	0.008
562.2	-1.365**	0.619	0.027

주) * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$,

1열의 운행비용 기준은 변수의 최소값, 최대값, 표준편차 값을 반영([표 9])

[그림 8]은 운행비용 증가에 따른 평균적인 한계효과를 나타낸 것이다.



[그림 8] 운행비용의 평균적인 한계효과

VI. 결론

본 논문은 수송용 유류 가격과 연비로 표현되는 운행비용이 자동차판매량에 미치는 영향을 분석하는 것을 목표로 하였다. 이를 위해 2006년 1월부터 2015년 12월까지 월별 모델별 판매량 자료와 에너지관리공단의 자동차연비등급안내집의 자료를 구축하여 실증분석을 수행하였다.

패널분석 결과 운행비용, 차량크기, 소득은 모두 신차 수요에 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 승용차 수요의 운행비용탄력성은 -0.19 로 나타났고, 소득탄력성은 0.92 로 도출되었다. 본 연구의 주요변수인 운행비용은 시계열적으로 변화하는 유류가격과 횡단면적으로 변화하는 연비를 결합시킨 변수로써, 각 수준에 따라 신차수요에 미치는 영향의 크기는 달라진다. 즉, 동일한 연비수준이더라도 유류가격이 증가하면 운행비용은 점차적으로 증가함으로써, 신차수요는 감소한다. 이러한 차이는 연비가 우수한 차량과 그렇지 못한 차량간 운행비용의 차이를 통해, 고연비차량의 판매가 저연비차량의 판매에 비해 늘어나는 결과를 가져오며 매우 유의미하다는 것을 확인할 수 있었다.

위와 같은 분석 결과로부터 도출된 정책적 함의는 다음과 같이 요약된다.

첫째, 정부가 수송부문 에너지 효율개선을 통한 에너지 소비절감을 달성하기 위해서는 차량구입시 우수한 연비 차량을 선택할 수 있도록 적극적으로 유인하는 정책을 설계할 필요가 있다. 자동차의 경우 통상 고가의 내구재로써, 자동차 구입 초기의 의사결정이 온실가스 및 오염물질 배출 저감에 지대한 영향을 미치는 특성이 있다. 일단 구입하면 일정거리이상 운행할 수 밖에 없는 속성을 지닐 뿐 아니라 자동차 연료의 종류, 연비, 배출속성 등이 구입단계에서 이미 결정되어 내구년수 동

안 계속되는 특성을 지닌다. 분석에서 보았듯이, 지속적인 연비 개선에도 불구하고 중대형차 보유구조는 점차 심화되고 있으며, 승용차 부문에서의 수송용 에너지사용량은 오히려 늘어나고 있다. 결국 에너지 소비절감 및 수송부문 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서는 기술적인 효율 향상에만 의존할 수는 없다. 이러한 괴리를 극복하고 수송부문 온실가스 감축목표를 달성하기 위해서는 경차나 하이브리드 차량의 보급촉진과 같이 실질적인 에너지 소비절감을 유도할 수 있는 정책수단간 조화가 필요할 것이다.

둘째, 소비자들에게 가격 신호를 분명하게 전달할 필요가 있다. 분석에서 보았듯이, 유류가격의 상승(혹은 유류세 증세)은 승용차 연비를 향상시킴으로써, 에너지 효율개선을 위한 규제 강화 및 기술개발을 촉발시킨다. 그러나 이미 정립된 기술은 유가가 하락한다고 해서 퇴보하지 않는 비가역적인 성격을 지닌다. 앞선 분석에서 보았듯이, 최근 유가가 하락하면서 중대형차 소비 구조는 한층 심화되고 있는 추세이다. 수송용 유류에 관한 수요의 가격탄력성은 소득이 증가하고 자동차 보급률이 상승함에 따라 점점 더 비탄력적으로 나타나는 특성이 있다. 따라서 소비자들에게 가격 신호를 분명하게 전달함으로써 에너지 절약을 유도하고, 저소득층 혹은 생계형 운전자에 대해서는 유류비 지원 등을 통해 보조하는 것이 수송부문의 에너지 절감을 도모할 수 있는 합리적인 전략으로 판단된다.

셋째, 연비 측정방식을 보완하고, 체계적인 관리체계를 정립할 필요가 있다. 자료 구축과정에서 확인하였듯이, 2012년 연비산출식이 변경되면서, 표시연비는 동일 모델 기준 이전보다 약 20%정도 낮아지게 되었다. 표시연비는 신차 구매 결정시 주요하게 고려하는 요인으로, 판매량을 늘리기 위해 제조업체에서도 이를 과장하여 표기하려는 유인을 줄기도 한다. 그러나 우리나라는 실험장비의 미비로 연비산출 보정식에 의존하여 이를 산출하고 있다. 폭스바겐 차량이 대거 문제가 되었음에도

불구하고, 우리나라는 이를 제대로 검토하고, 위반업체를 처벌할 수 있는 기준이 제대로 마련되어 있지 않아, 소비자들의 권리를 보호할 수 있는 제반 여건이 부족한 실정이다. 따라서 실연비에 좀 더 가깝도록 연비 측정방식을 보완하고 연비표시 위반업체 처벌기준을 강화하고 이를 체계적으로 관리할 수 있는 시스템이 마련될 필요가 있다.

본 연구가 가지는 한계점 및 향후 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 추정모형 설정과 관련된 한계이다. 본 연구에서는 운행비용과 모델별 차량판매를 외생변수로 가정하고 승용차 수요에 대한 단일방정식 모형을 설정하였다. 그러나 연비와 같은 승용차 특성과 자동차제조업체의 생산 결정 및 기술수준 등은 상호의존적인 특성이 있어 일방의 관계로 단정하기 어려운 측면이 있으므로, 이를 고려한 동태(dynamic) 패널모형을 도입한다면 단기 및 장기적 효과의 크기를 구분하여 살펴볼 수 있을 것이다.

둘째, 패널자료의 속성에 대한 한계로, 본 연구에서는 분석 대상을 신차판매량에 한정함으로써 중고차시장의 특성을 반영하지 못했다는 한계가 있다. 차량구매를 결정할 때, 중고차 시장을 고려한다는 점에서 신차판매시장과 중고차판매시장은 서로 독립된 시장이 아니다. 그러나 국내에는 아직 중고차시장과 관련한 신뢰할만한 데이터가 구축되지 않았기에 이 부분에 대한 연구는 향후의 연구과제로 남겨 둔다.

참 고 문 헌

- 김승래(2011), “우리나라의 친환경 에너지세제 정책과제와 개선방향 분석”, 「에너지경제연구」, 10(2): 143-167.
- 박상준·김성수(2008), “승용차 보유대수와 차종선택에 대한 네스티드로짓모형의 추정” 「대한교통학회지」, 25(1):133-141.
- 박용덕·마용선(2007), “수송용 석유류 조세체계 현황과 적정개편 방향”, 「에너지경제연구」, 6(2): 257-287.
- 안영환·오인하·이소향(2008), “자동차 연비규제의 중장기효과 분석” 에너지경제연구원.
- 이지연(2013), 「수송연료 가격과 자동차 연비 간의 상관관계 분석」, (기본연구보고서 13-20), 에너지경제연구원.
- 정용훈(2012), 「외부성을 고려한 합리적 유류세 도출- 휘발유를 중심으로」, (수시연구보고서 12-00), 에너지경제연구원.
- 최도영(2011), 「친환경 고효율자동차 보급정책 평가」, 녹색총서, 경제인문사회연구회.
- Agras, Jean and Duane Chapman. (1999), “The Kyoto Protocol, CAFE Standards and Gasoline Taxes”, *Contemporary Economic Policy*, 17(3): 296-308.
- Allcott, H. (2011). “Consumers' Perceptions and Misperceptions of Energy Costs”, *American Economic Review*, 101(3): 98-104. doi:http://www.aeaweb.org/aer/
- Allcott, H., & Wozny, N. (2014), “Gasoline Prices, Fuel Economy, and the Energy Paradox”, *Review of Economics and Statistics*, 96(5): 779-795.
- Anderson, S. T., Kellogg, R., & Sallee, J. M. (2013). “What Do Consumers Believe about Future Gasoline Prices?”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 66(3): 383-403.
- Bento, A. M., Goulder, L. H., Jacobsen, M. R., & von Haefen, R. H. (2009), “Distributional and Efficiency Impacts of Increased US Gasoline Taxes”. *American Economic Review*, 99(3): 667-699.
- Beresteanu, A., & Li, S. (2011), “Gasoline Prices, Government Support, and the Demand for Hybrid Vehicles in the United States”. *International Economic Review*, 52(1): 161-182.
- Berry, Steven T. (1994), “Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation”, *RAND Journal of Economics*, 25(2): 242-62.

- Berry, Steven, James Levinsohn, and Ariel Pakes. (1995), “Automobile Prices in Market Equilibrium”, *Econometrica*, 63(4): 841–90.
- Busse, M. R., Knittel, C. R., & Zettelmeyer, F. (2013), “Are Consumers Myopic? Evidence from New and Used Car Purchases”, *American Economic Review*, 103(1): 220–256.
- Driscoll, J., & Kraay, A. C. (1998), “Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Data”, *Review of Economics and Statistics*, 80: 549–560.
- Goldberg, Pinelopi Koujianou. (1998), “The Effects of the Corporate Average Fuel Efficiency Standards in the US.” *Journal of Industrial Economics*, 46(1): 1–33.
- Greene, D. L. (2011). “Uncertainty, loss aversion, and markets for energy efficiency”. *Energy Economics*, 33(4): 608–616.
- Hoechle, D. (2007) “Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-sectional Dependence”, *Stata Journal*, 7(3): 281–312.
- Kleit, Andrew. (2004), “Impacts of Long-Range Increase in the Fuel Economy (CAFE) Standard. *Economic Inquiry*”, 42(2): 279–294.
- Klier, T., & Linn, J. (2010), “The Price of Gasoline and New Vehicle Fuel Economy: Evidence from Monthly Sales Data”, *American Economic Journal: Economic Policy*, 2(3): 134–153.
- Klier, T., & Linn, J. (2012), “New-Vehicle Characteristics and the Cost of the Corporate Average Fuel Economy Standard”, *RAND Journal of Economics*, 43(1): 186–213.
- Li, S., Timmins, C., & von Haefen, R. H. (2009), “How Do Gasoline Prices Affect Fleet Fuel Economy?” *American Economic Journal: Economic Policy*, 1(2): 113–137.
- Parry, Ian W. H., Carolyn Fischer, and Winston Harrington. (2007), “Do Market Failures Justify Tightening Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards?” *Energy Journal*, 28 (4): 1–30.
- Rogers, W. H. (1993), “Regression standard errors in clustered samples”. *Stata Technical Bulletin* 13: 19–23. In *Stata Technical Bulletin Reprints*, vol. 3, 88–94. College Station, TX: Stata Press.
- Sprei, F., & Karlsson, S. (2013), “Energy efficiency versus gains in consumer amenities—An example from new cars sold in Sweden”, *Energy Policy*, 53: 490–499.
- StataCorp. (2011), *Stata User’s Guide – Stata: Release 12*. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP.

Turrentine, T. S., & Kurani, K. S. (2007), "Car buyers and fuel economy?" *Energy Policy*, 35(2):1213-1223.

Verboven, F. (2002), "Quality-Based Price Discrimination and Tax Incidence: Evidence from Gasoline and Diesel Cars" *RAND Journal of Economics*, 33(2):275-297.

West, Sarah E. 2004. "Distributional Effects of Alternative Vehicle Pollution Control Policies." *Journal of Public Economics*, 88(3-4): 735-57.

에너지경제연구원, 2014 에너지 총조사보고서 <http://www.keei.re.kr/keei>

한국자동차협회, 2010년 자동차산업 전망 (산업보고서) <http://www.kama.org>

_____, 2015 세계자동차통계 <http://www.kama.org>

Abstract

The Effect of Fuel Prices and Fuel Economy on New Car Demand

Inseon Kang

Department of Environmental Planning

The Graduate School of Environment Studies

Seoul National University

As concerns about rising oil prices, energy security, and global warming grow, so does attention on the relationship between fuel prices and new vehicle fuel economy in the transportation sector. When the oil price increase, consumers could reduce their exposure by purchasing vehicles with higher fuel economy, but it is unclear to what extent they do this. The main objective of this study is to provide an estimation of the effect of the price and fuel efficiency on the demand for new cars.

For the empirical analysis, a panel dataset of monthly new vehicle sales by detailed model 2006 to 2015 was constructed. A static semi-log equation for individual vehicle model sales was estimated as a function of fuel costs per kilometer, along with other variables including vehicle size and household income.

The estimation results reveal that increases in the price of gasoline reduce sales of low

efficient cars relative to high-efficient cars. The estimated fuel cost elasticity of new car demand is about -0.19.

In terms of policy implication, the results suggest that a fuel tax increase would have a modest effect on the average fuel efficiency.

.....

keywords : New Car Demand, Fuel Cost, Fuel economy, Fuel Prices, Elasticity,

Panel Data Analysis

Student Number : 2010-22304